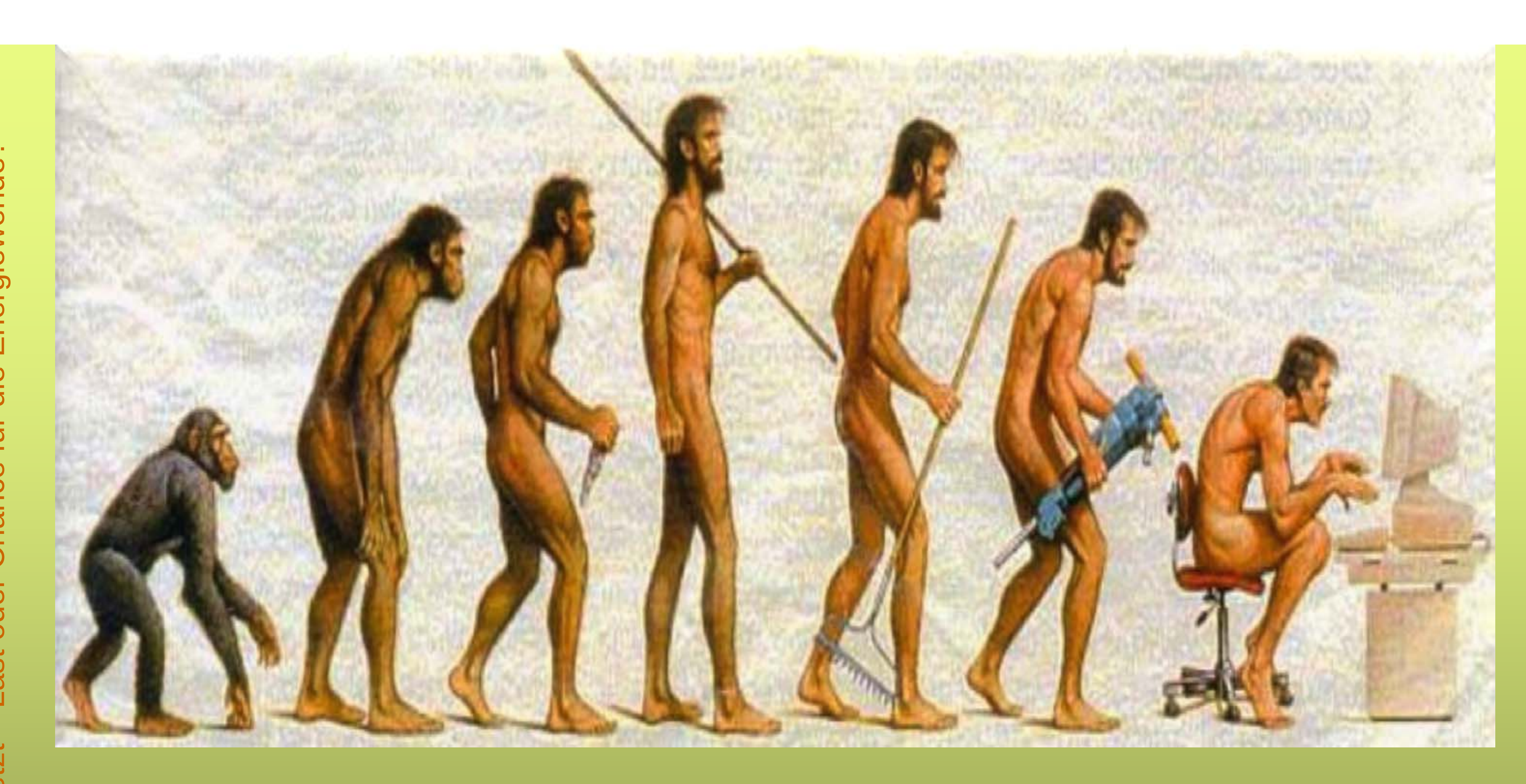
Energieverbrauch einst und jetzt -

Last oder Chance für die Energiewende?


Hergiswil Bahnhof
5 min.
Hergiswil Schifflände
5 min.
Ober Chellen 35 min.
Schwändelberg 1 h 40 min.
Kriens 3 h 10 min.
Pilatus 5 h
Ränggpass 1 h 20 min.
Alpnachstad 2 h 30 min.
Stansstad 3 h 20 min.
Riedboden 1 h 40 min.
Fräckmünd 3 h 10 min.
Alpgschwänd 2 h 30 min.
Pilatus 5 h
Hergiswil
445 m
Büel 10 min.
Pilatus 4 h 50 min.
Chrummhorn 2 h 10 min.
Pilatus 5 h 10 min.
Schönenboden 2 h 10 min.
Fräckmünd 3 h 15 min.
Eigental 5 h 10 min.
Kriensereegg 3 h
Pilatuswanderung



Gesellschaft der Jäger und Sammler
Agrargesellschaft
Industriegesellschaft
Konsumgesellschaft
Nachkonsumgesellschaft

Inhalt

Gesellschaft der Jäger und Sammler



Lascaux: Höhlenmalerei, rund 16´000 v. Chr.

Holzfeuer

Die Steinzeit-Menschen 1

Die Historiker datieren die Steinzeit von etwa 2,5 Millionen bis rund 2´000 Jahre vor unserer Zeit.

Die Steinzeit-Menschen

- lebten als Jäger und Sammler.
- lebten als Nomaden.
- lebten in Gruppen von 20 bis 50 Personen.
- hatten hohen Bedarf an Landfläche für das Jagen und Sammeln: möglich waren rund 10 Menschen pro Quadratkilometer.
- erlebten Kinder als grosse Belastung für eine Gruppe; Kinder verbrauchten Ressourcen, ohne wesentlichen Arbeitseinsatz für die Gruppe leisten zu können.

Die Steinzeit-Menschen 2

Die Steinzeit-Menschen

- erschraken ob der Busch- und Waldbrände, welche durch Blitze verursacht worden waren.
- müssen daher das Feuer vorerst als Naturgewalt erlebt haben, welche Zerstörungen verursacht.
- nutzten wohl die ersten Feuer durch Zähmung von Wildfeuern.
- entdeckten vor rund 32´000 Jahren den Funken beim Schlagen eines pyrithaltigen Steins auf einen Feuerstein.
- brachten mit dem Funken Reisig oder Zunderschwamm zum Glimmen.
- Sie waren damit fähig, Feuer selber zu entfachen.
- hätten die Höhlen von Lascaux ohne Feuer als Lichtquelle nicht bemalen können.

Wie waren alle diese Tätigkeiten der Steinzeit-Menschen möglich?

Durch den Gebrauch von **Energie**!



Energie und menschlicher Körper: Grundumsatz

- **Grundumsatz** beim Menschen: Die Energie pro Zeit, welche der menschliche Körper im Ruhezustand benötigt, um seine Temperatur und seine Funktionen erhalten zu können.
- Der Grundumsatz wird beeinflusst durch:

  Alter, Geschlecht, Körpergewicht und Körpergrösse, Muskelmasse, Wärmedämmung der Kleidung.
- Der Grundumsatz des Mannes beträgt im Durchschnitt etwa 75 W, derjenige der Frau 10% weniger.
- Für Vergleiche soll mit dem folgenden Grundumsatz gerechnet werden

70 W ≅ 1,7 kWh/d ≅ 1450 kcal/d.

Energie und menschlicher Körper: Grundumsatz, Anteile					
Skelettmuskulatur	Leber	Gehirn	Herz	Nieren	Übrige Organe
26 %	26 %	18%	9 %	7 %	14 %
18 W	18 W	13 W	6 W	5 W	10 W

[https://de.wikipedia.org/wiki/Grundumsatz]

Energiebedarf der Jäger und Sammler

- Körperliche Aktivität, körperliche Arbeit, braucht Energie.
- Die pro Zeit durch die Aktivität zusätzlich umgesetzte Energiemenge ist der Arbeitsumsatz.
- Grundumsatz und Arbeitsumsatz ergeben den Energieumsatz

Grundumsatz: **70 W ≅ 1,7 kWh/d ≅ 1450 kcal/d.**

- Mit der Annahme „mittelschwere Arbeit" gilt:

Energieumsatz: **140 W ≅ 3,4 kWh/d ≅ 12 MJ/d ≅ 2900 kcal/d.**

- Für die Deckung des Grund- und Aktivitätsumsatzes musste der Steinzeitmensch also mindestens diese Leistung, oder Energie pro Zeit, aus Energiequellen beziehen können.

- Welche Energiequellen standen zur Verfügung?

Sonne als Energiequelle

- Die Strahlung der Sonne ist die primäre, entscheidende Energiequelle.
- Aufbau von Körperwärme durch direkte Sonnenstrahlung.
- Pflanzen produzieren über die Photosynthese Sauerstoff und organische Moleküle mit hohem Energiegehalt, die Biomasse, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff: $C_kH_mO_n$.

  Dazu benutzen sie: Nährstoffe und Wasser aus dem Boden, Kohlendioxid aus der Luft und Sonnenenergie; vereinfacht:

  $12\ H_2O + 6\ \mathbf{CO_2} + \mathbf{Sonnenenergie} \rightarrow \mathbf{C_6H_{12}O_6} + 6\ H_2O + 6\ \mathbf{O_2}$.
- Unser Sauerstoff zum atmen ist ein „Nebenprodukt” der Photosynthese.
- Wirkungsgrad der Photosynthese nur rund 1%. Trotzdem baut ein Hektar Laubwald pro Jahr 12 Tonnen organische Stoffe auf.

  Diese Biomasse enthält die Energie

  $230 \cdot 10^9$ J ≅ $640 \cdot 10^3$ kWh ≅ $55 \cdot 10^6$ kcal.
  230 Billionen J ≅ 640 Tausend kWh ≅ 55 Millionen kcal.
  (Entspricht der Energie von 80 Tonnen Steinkohle).

- Die Sonne gilt als unerschöpfliche Energiequelle, weil ihre Strahlung nach menschlichen Zeit-Massstäben nicht abnimmt.



Biomasse als Energiequelle

- Die Jäger und Sammler fanden die Energie der Biomasse
  - in der Nahrung
  - im Holz.
- Als Nahrung dienten hauptsächlich:

  Pflanzen, Früchte, Samenkörner, Wurzeln, Nüsse, Pilze, Honig, Eier, Fleisch, Fische.
- Die steinzeitlichen Menschen bezogen etwa zwei Drittel ihrer Energie aus tierischer und ein Drittel aus pflanzlicher Quelle.
- Die Nutzenergie für die Konsumenten war der physiologische Brennwert der Nahrungsmittel.

Spezifische Energie von Nahrungsmitteln (Werte gerundet)			
Essbare Blätter	**1 MJ/kg**	**240 kcal/kg**	**0,3 kWh/kg**
Fische	**9 MJ/kg**	**2'150 kcal/kg**	**2 kWh/kg**
Samenkörner	**15 MJ/kg**	**3'600 kcal/kg**	**4 kWh/kg**
Nüsse	**25 MJ/kg**	**5'980 kcal/kg**	**7 kWh/kg**
Fett	**40 MJ/kg**	**9'560 kcal/kg**	**11 kWh/kg**
Ausgewachsene grosse Wildtiere lieferten rund 50 kg Fett			



Muskeln, Holz, Feuer

- Die Nahrung lieferte die Energie für den Grundumsatz und für die Muskeln; die Muskeln waren dann die Energiequelle für die körperliche Arbeit.

- Biomasse für das Feuer (Holz von Bäumen und Büschen; Stroh, trockenes Gras) stand in der Steinzeit in grossem Masse zur Verfügung.

- Der damalige Mensch dürfte pro Person für das Feuer schätzungsweise rund 1 kg Biomasse täglich verbrannt haben.

- 140 W + 70 W = **210 W** ≅ 18 MJ/d ≅ **5 kWh/d** ≅ **1900 kWh/a**.

Berechnung:

Fallholz, Büsche, Stroh, Gras.
Durchschnittlicher, spezifischer Heizwert (Basis Holz): 0,5% von 12 MJ/kg = 6 MJ/kg.
Annahme: Verbrennung von 2 kg/d:
6 MJ/kg · 1 kg/d ≅ 6 MJ/d ≅ 1,7 kWh/d ≅ 1450 kcal/d ≅ 70 W.



Feuer

- Feuer lieferte die Nutzenergien Licht und Wärme.
- Die Wärme half Körper-Energie zu sparen; ein wichtiger Überlebensfaktor.
- Die Besiedelung des nordalpinen Europa wäre ohne Feuer, besonders wegen der Winterkälte, nicht möglich gewesen.
- Durch Licht wurde der nutzbare Tag länger.

- Feuer lieferte Energie für das Kochen und Braten der Nahrung.
- Die Menschen konnten über die Verdauung mehr Energie aus der gegarten Nahrung, besonders dem Fleisch, aufnehmen.

Energetischer Erntefaktor

Der energetische Erntefaktor beschreibt eine Effizienz,
das Verhältnis aus gewonnener Energie zu aufgewendeter Energie.

- Das Sammeln von Pflanzen, Samen und Kernen lohnte sich energiemässig. Der Energiegewinn war typischerweise zehn Mal so gross wie der Energieaufwand für das Sammeln.

- Die Tierjagd verlangte einen höheren Energieaufwand als das Sammeln. Der höhere Aufwand an Energie lohnte sich vor allem bei grossen Tieren mit fettreichem Fleisch.

  Bessere Werkzeuge, etwa die Erfindung des Speeres, erleichterten die Jagd und verbesserten den Erntefaktor.

Energieverbrauch menschlicher Kulturen in Mitteleuropa Verwendungszweck

Energieverbrauch pro Kopf

Kochen
Beleuchten
Heizen

Nahrung

Jäger
Sammler bis
1700 v. Chr.

[Prof. C. Pfister, Universität Bern, Basis Ellen 1982; Bearb. hpe]

Agrargesellschaft



Holz



Pflügen

Agrargesellschaft 1

- Agrargesellschaft: Zeitlich nach der Gesellschaft der Jäger und Sammler bis hin zur industriellen Revolution, etwa von 1700 v. Chr. bis 1850 n. Chr.
- Erste Ansätze der Landwirtschaft begannen bereits mit dem Ende der letzten Eiszeit.
- Mangelhypothese: Aussterben oder Abwanderung der grossen Beutetiere Mammut, Wollnashorn, Rentiere, Wildpferde.
- Nahrungsmangel erzwang eine Anpassung an die veränderte Umwelt.
- Die folgende „Neolithische Revolution” (Anlehnung an „Industrielle Revolution”) war ob der langen Dauer eher eine Evolution.
- Rückgang der Lebensweise der Jäger und Sammler.
- Aufbau der Sesshaftigkeit in Dorfgemeinschaften und Bau fester Häuser.
- Übergang zu einer produzierenden Wirtschaftsweise; durch bewusst gesteuerten Anbau von Nahrungsmitteln und durch Viehzucht.
- Notwendig: Kultivierung wilder Pflanzen und Domestizierung wilder Tiere.
- Daraus: Der Ackerbau und die Viehzucht, also die Landwirtschaft, werden zur Grundlage der Energiebeschaffung aus der Nahrung.

[http://de.wikipedia.org/wiki/Neolithische_Revolution]



Agrargesellschaft 2

- Rinder, Schafe und Ziegen lieferten Fleisch und Felle.
- Der Abbau der Laktoseintoleranz (Milchzuckerintoleranz) weist auf einen frühen Genuss von Tiermilch hin.
- Nahrungsproduktion und Vorratshaltung führten zu einer geringeren Abhängigkeit von den jeweiligen Umweltsituationen.
  Ausnahmen und Krisen: Missernten.

- Im Zeitalter der Jäger und Sammler lebten die Menschen von der Biomasse, von der umgewandelten Sonnenenergie.
  Aber sie beeinflussten diesen Umwandlungsprozess nicht.
- Die „Neolithische Revolution” gilt als einer der grössten Umbrüche in der Geschichte der Menschheit:

  Der Mensch begann mit der Landwirtschaft aktiv die Umwandlung der Sonnenenergie in Biomasse zu beeinflussen.
  Er nutzte die Sonnenenergie stärker.



Die Landwirtschaft

- Sie beschäftigte anfänglich 80 – 90% der Menschen; geringe Arbeitsteilung.
- Primäre Energiequelle war die Sonne; die Energiegrundlage war erneuerbar.
- Hauptanteil der nutzbaren Energie war die Biomasse.
- Biomasse: Nahrungs- und Futtermittel, Holz.
- Gerätschaften: Grabstock, Hacke, Rad, Pflug.
- Sekundäre Energiequellen:
  - Menschliche Arbeit (auch Zwangsarbeiter, Leibeigene, Sklaven)
  - Ochsen
  - Pferde
- Die Städte waren in ein grösseres landwirtschaftliches Umfeld eingebettet; das Umfeld versorgte die Städte mit Lebensmitteln und Brennmaterial.

Energiequellen

Biomasse, insbesondere Holz, zur Deckung des Energiebedarfs

- bei der Nahrungszubereitung.
- bei der Fütterung der Haustiere.
- beim Erwärmen der Häuser.
- beim Beleuchten der Häuser.
- bei der Herstellung von Ziegeln und Keramiken.
- beim Gewinnen und Schmelzen von Metall.

Auch getrocknete tierische Exkremente dienten als Brennstoff.

Zusätzliche Energienutzungen:

- Energie von Menschen: Muskelarbeit.
- Windenergie: Windräder, Segel zur Schifffahrt.
- Energie strömenden Wassers: Wasserräder.
- Energie von Tieren: Ochse, Pferd.

Fortschritte in der Agrarwirtschaft

- Eiserner Radpflug statt hölzerner Hakenpflug.
- Dreifelderwirtschaft: als strategische Massnahme zur Erntesteigerung, dies bei einer Landwirtschaft ohne chemischen Dünger.
- Der Ertrag der Ernten konnte deutlich gesteigert werden
- Mit dem Nahrungsüberschuss wuchs langsam die Bevölkerung.

Pferde und Ochsen:

- Brauchten pro Tier bis 2 Hektar Futterfläche; bevorzugte Nahrung: Hafer.
- Erbrachten mit maximal 736 W (1 PS) etwa die Arbeit von 10 Menschen.
- Zunehmender Pferde-Einsatz ab der Erfindung des Kummets.
- Ochsen erbrachten eine Leistung von rund 300 W.
- Pferde zogen schwerere Pflüge und arbeiten schneller als die Ochsen.
- In London lebten im Jahr 1900 über 300´000 Pferde.
  Ernährung der Pferde und Entsorgung der Pferdeäpfel waren ein Problem aller Grossstädte dieser Zeit.

Pferde und Ochsen Ende des 18. Jahrhunderts:

- Damals wurden 14 Millionen Pferde und 24 Millionen Ochsen eingesetzt.
- Gesamtleistung dieser Arbeitstiere rund 7,5 Millionen kW.
  Dies entspricht der Leistung von mehr als 100´000 Mittelklasseautos.
  ($7{,}5 \cdot 10^6$ kW : 77 kW = 97´000; 105 PS = 77 kW).
- Der Transport von Gütern erfolgte vor allem mit Ochsen und Pferden.
- *Bemerkung:* Zu Zeiten der Römer konnte ein von Ochsen gezogener Wagen 500 Kilo Ware 15 bis 20 Kilometer am Tag ziehen.

Windräder, Windmühlen

- In Europa begann die Verbreitung im Mittelalter.
- Verwendung: Getreide mahlen, Öl pressen, Wasser pumpen.
- Grosse holländische Windmühle um 1750: 12 kW ≅ 16 PS.
- In Europa dienten 30´000 grössere Windrad-Anlagen als Mühlen und als Pumpen zur Entwässerung von Land (Nordeuropa).

Wasserräder

- Ab dem 9. Jahrhundert fanden sie eine weite Verbreitung.
- Verwendung: Getreide mahlen, Öl pressen, Holz sägen, Metall bearbeiten.
- Typische Leistungen von Wasserrädern: 4 bis 11 kW oder 5 bis 15 PS.

Bemerkung:

Mittlere Nennleistung von Windkraftanlagen:

- Steigerung 1990 bis 2011: von 16 kW auf 3 MW.
- Absehbar: Onshore, Offshore Anlagen: bis 6 MW.

Holz der wichtigste Brennstoff

- Nahe Glashütten mit grossem Holzbedarf: Flühli, Hergiswil
- Leistungsbedarf vorindustrielle Stadt:
  Rund 20 Watt pro Quadratmeter bebauter Fläche.
  Für die nachhaltige Deckung mit Holz des zugehörigen Energiebedarfs:
  Erforderlich eine bis zu 150-fache Fläche der Stadt.
- Produktion von 1 Tonne Eisen: Holzbedarf etwa 1000 Tonnen.

Energiequelle	Energieträger	Spezifischer Energiegehalt
Biomasse	Holz	2 - 4 kWh/kg

Holz als Baustoff

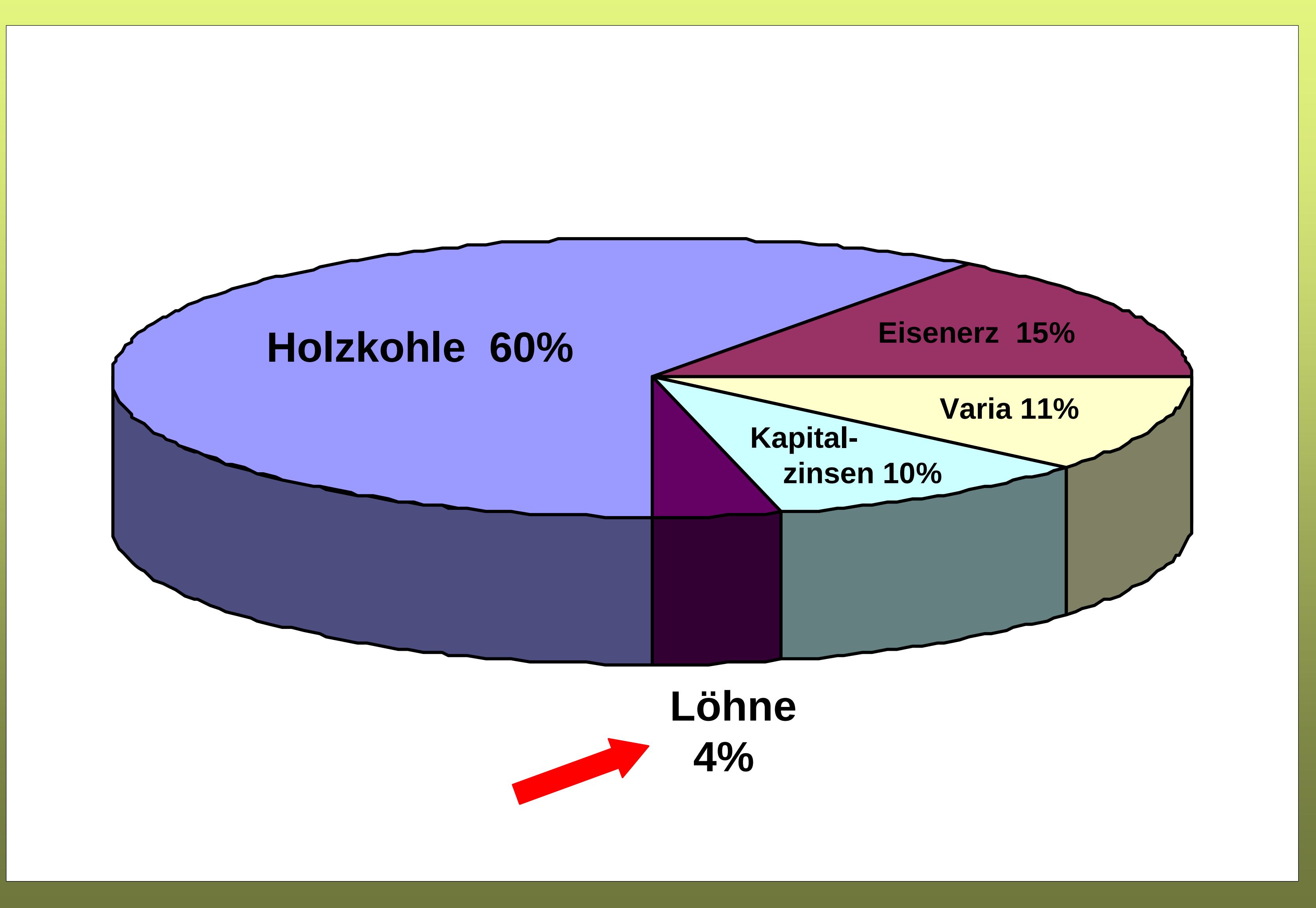
- Erste Spinnmaschinen, Windräder, Wasserräder gefertigt aus Holz.
- Für ein mittelalterliches Haus wurden Dutzende Eichen benötigt
- Hochseetaugliches Segelschiff im Mittelalter: Bedarf bis zu 3000 Eichen.

Holzmangel

- Holzmangel: England ab dem 13., Kontinentaleuropa ab dem 15. und 16. Jh.
- Holzmangel stieg dramatisch an, als das Schmelzen von Eisen zunahm.
- In Kontinentaleuropa: Rückgang des Waldbestandes von 400 bis 1600 n. Chr. von 90% auf 20% der Gesamtfläche.
- Kahlgeschlagene Gebiete in Griechenland, Süditalien und Spanien:
  Noch heute Zeugen des ersten Raubbaus an den Energiequellen der Natur.

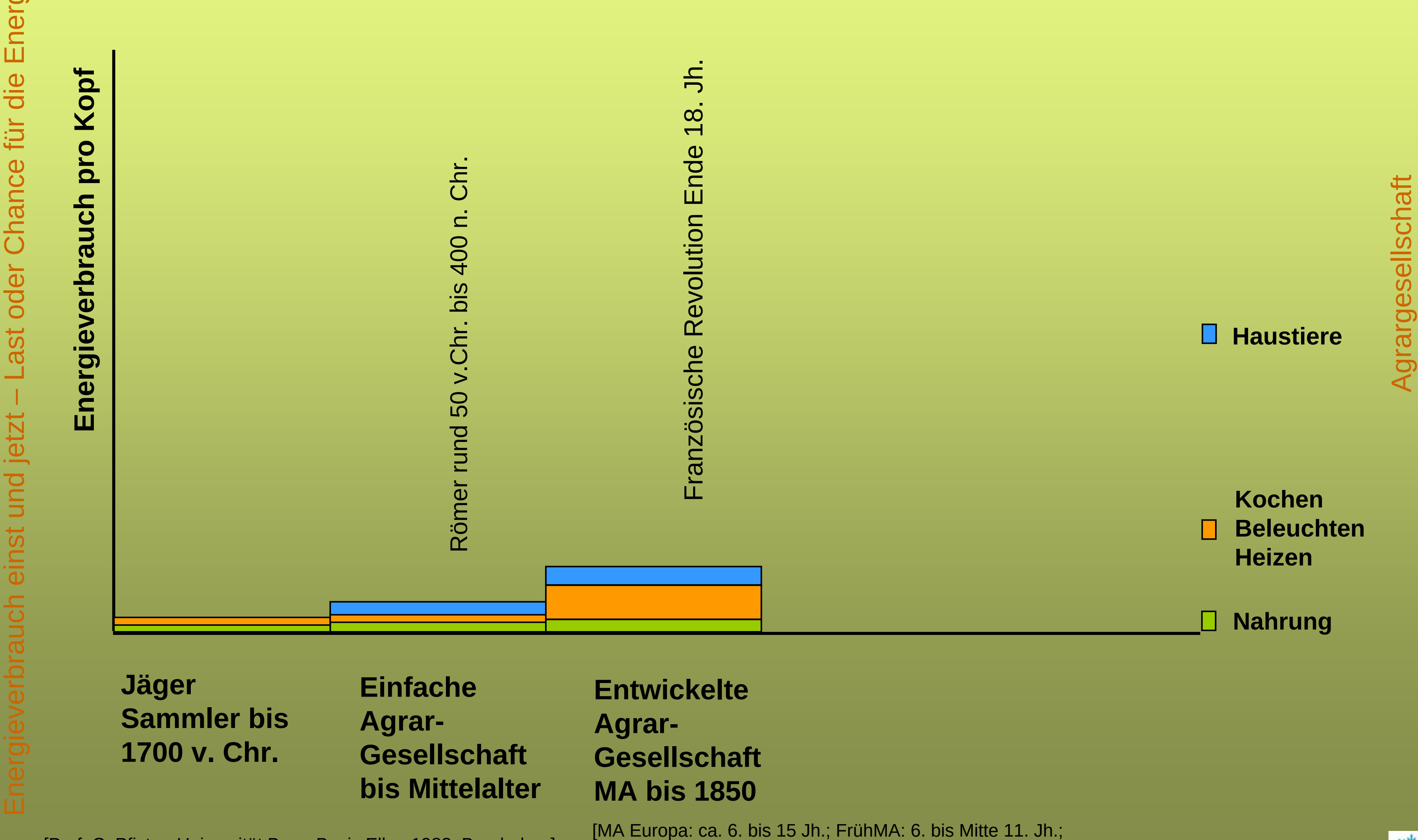


Holzkohle-Roheisen, Frankreich 1828
Anteile der Produktionskosten



[Prof. em. Christian Pfister; Fremdling 1986: 93; Bearbeitung hpe]

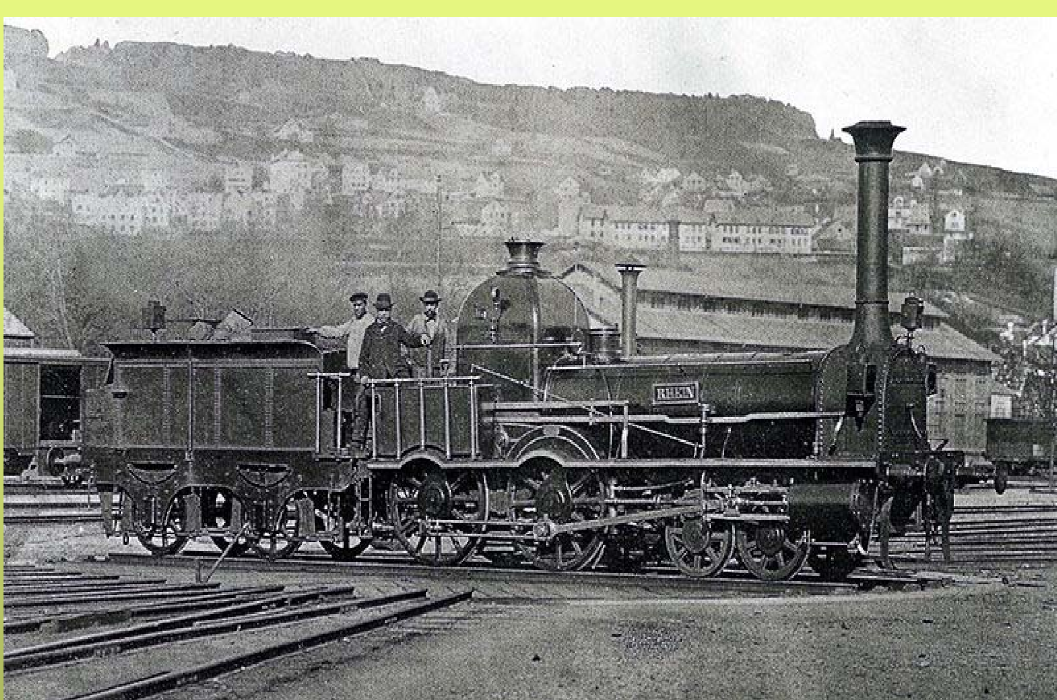
Energieverbrauch menschlicher Kulturen in Mitteleuropa
Verwendungszweck



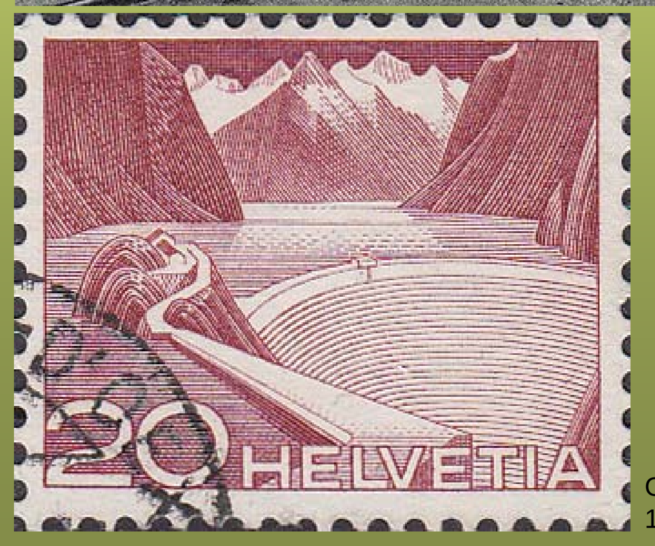
[Prof. C. Pfister, Universität Bern, Basis Ellen 1982; Bearb. hpe]

[MA Europa: ca. 6. bis 15 Jh.; FrühMA: 6. bis Mitte 11. Jh.; HochMA: Mitte 11. Jh. bis ca. 1250; SpätMA: 1250 bis 1550]

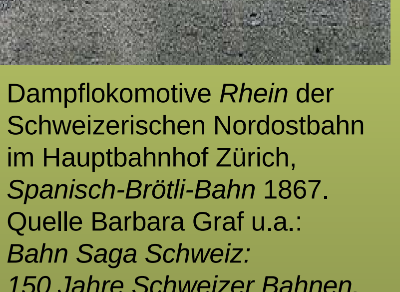
Industriegesellschaft



Eiffelturm. 1887 – 1889;
Eisen; 10´000 t, 324 m.



Grimsel
1932



Dampflokomotive *Rhein* der Schweizerischen Nordostbahn im Hauptbahnhof Zürich, *Spanisch-Brötli-Bahn* 1867.
Quelle Barbara Graf u.a.:
Bahn Saga Schweiz:
150 Jahre Schweizer Bahnen.



Steinkohle



Westliche Industriegesellschaft 1

- Historiker: Westliche Industriegesellschaft etwa von 1850 bis 1950.
- England ist Vorreiter dieser Gesellschaftsform.
- Städte mit Fabriken sind Zentren.
- Dampfmaschinen als Energiewandler;
  Nutzer: Fabrikmaschinen, Pumpen, Eisenbahn, Dampfschiff.
- Rationalisierung; Fliessbänder; Produktionssteigerung.
- Landwirtschaftliche Betriebe sind durch den Einsatz von Maschinen und chemischen Düngemitteln sehr produktiv.
- Deutliche Ertragsüberschüsse in der Landwirtschaft; dadurch werden auch Arbeitskräfte für die Industrie frei.
- Fortschreitende Arbeitsteilung.
- Reichtum; Armut; Kinderarbeit.
- Wirtschaftliches Wachstum.

Westliche Industriegesellschaft 2

- Erschliessung und Ausbeutung tiefliegender Kohleflöze; möglich dank Wasserpumpen mit Dampfantrieb.
- Kohle, fossiler Energieträger:
  - wird fast unbegrenzt verfügbar, ist aber teuer und schmutzig
  - vervielfacht die dem Menschen zur Verfügung stehende Energie.
  - ermöglicht die industrielle Revolution mit der intensiven Verwendung von Maschinen.
  - ermöglicht moderne Eisen- und Stahlherstellung.

Energiequelle	Energieträger	Spezifischer Energiegehalt
Biomasse	Holz	2 - 4 kWh/kg
Fossiler Brennstoff	Torf	4 kWh/kg
	Braunkohle	3 kWh/kg
	Steinkohle	8 kWh/kg

Westliche Industriegesellschaft 3

- Metallene Wasserräder führen zum Bau der ersten Wasserturbinen; diese werden ab Mitte 19. Jahrhundert zum Antrieb von Schmiedehämmern und ab 1880 zur Stromerzeugung genutzt.
- Austausch von Gütern und Informationen durch weiträumige Netzwerke, „Grosse technische Systeme”:

  Von der Gesellschaft geschaffene, langlebige, grossflächige, kapitalintensive Netzwerke, zur Aufrechterhaltung menschlicher Grundbedürfnisse wie Wasser, Nahrung, Wärme, Licht, Mobilität, Kommunikation, Entsorgung.

  Beispiele:

  Eisenbahnnetz; Autobahnen, Nationalstrassennetz; Telefonnetz; Kanäle; Stromnetz; Wasserversorgung und Kanalisation;
  später: Pipelines; in der Konsumgesellschaft das Internet.
- Anfang 20. Jahrhundert:
  Wesentliche neue Erkenntnisse in der Atom- und Kernphysik;
  diese führten schliesslich zur Atom- und Wasserstoffbombe;
  sie ermöglichten aber auch die zivile Nutzung der Kernspaltung.
- 1941: Konrad Zuse präsentierte den ersten programmierbaren Rechner der Welt, den Urcomputer.



Die industrielle Energiewirtschaft der Schweiz 1

Eisenbahn

- Eisenbahnnetz geschaffen Mitte 19. Jahrhundert.
- Eisenbahn verbindet das schweizerische Mittelland über Basel mit den deutschen und französischen Kohlerevieren.
- Eisenbahn braucht Kohle und ermöglicht die Einfuhr grosser Kohlemengen.

Kohle, Torf, Holz

- Schweiz hat wenig eigene Kohlevorkommen.
- Kohle stützt das Wachstum energieintensiver Industriezweige: Gaswerke (Gaserzeugung aus Kohle), später die Baustoffherstellung, Metall verarbeitende Betriebe.
- Torf dient vor und während der Einführung der Steinkohle als Brennstoff. Ausbeutung von Torflagern im Wauwilermoos, im St. Galler Rheintal, im Berner Seeland, im Jura.
- Holz behält seine bisherigen Anwendungsbereiche bei im Gewerbe, und besonders bei der Heizung der Privathäuser.



Die industrielle Energiewirtschaft der Schweiz 2

- Die Werkstoffe Stahl und Zement brauchen für die Herstellung die Energie der Steinkohle.
- Stahl und Zement ermöglichen den Bau von Kraftwerken und so die Ausschöpfung der Wasserkraftreserven.
- Am Ende des 19. Jh. hat sich in der Schweiz, wie im übrigen west- und mitteleuropäischen Raum, eine "fossile Energiewirtschaft " gebildet.
- Die Steinkohle ist wichtigster Energieträger.
- Die Kohle ermöglicht den Aufbau
  - der chemischen Industrie,
  - der Elektrotechnik,
  - des Maschinenbaus.

Die industrielle Energiewirtschaft der Schweiz 3

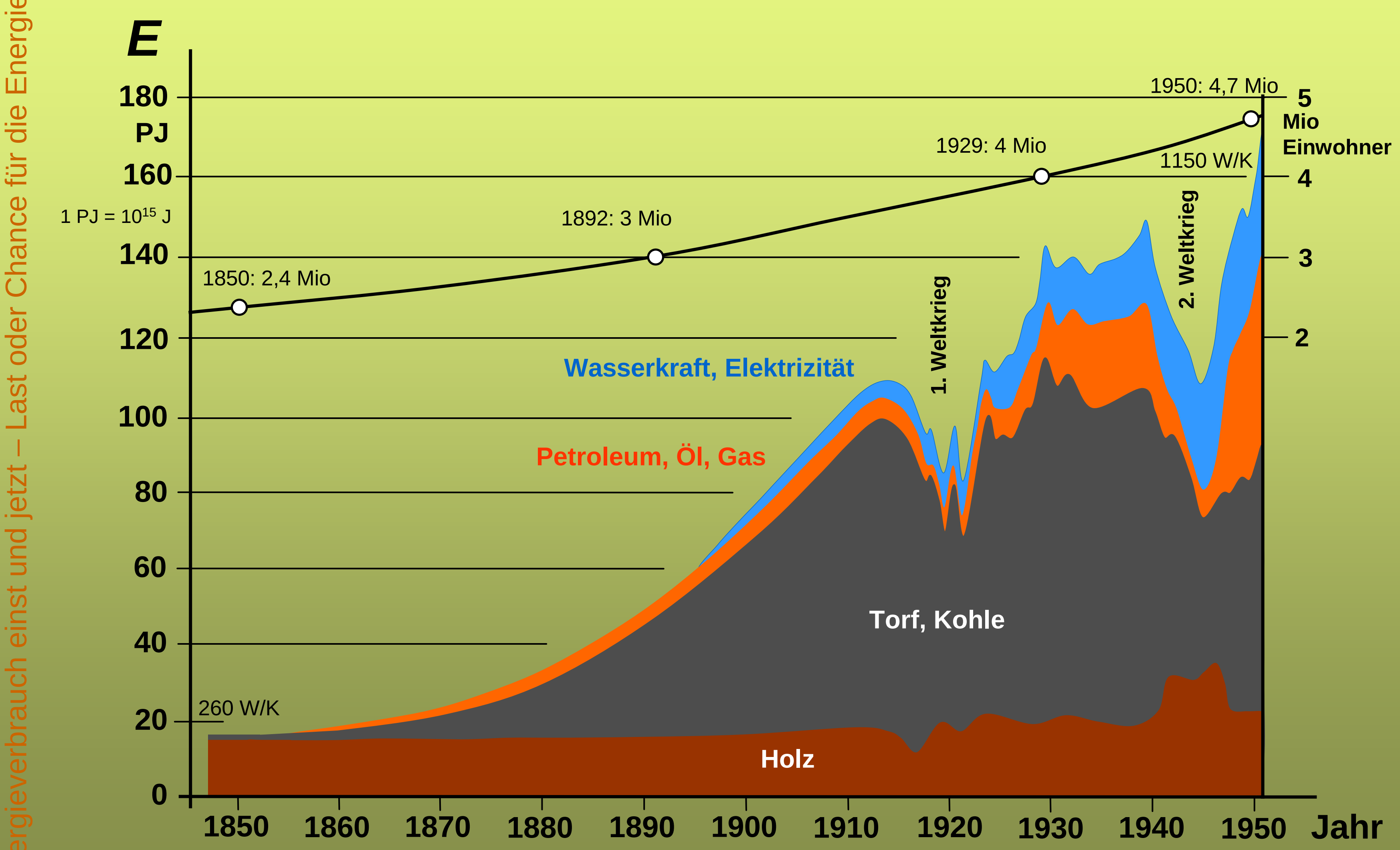
- Um 1885 beginnt in der Schweiz die Stromerzeugung,
  - zu Beleuchtungszwecken,
  - zur Erzeugung mechanischer Energie.
- Um 1900 Strom in den Haushaltungen aller grösseren Schweizer Städte.
- Kohlekrisen vor und während des 1. Weltkriegs begünstigen erste Ansätze einer Energiepolitik des Bundes.

  Das Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (1916) erleichtert den Bau von Staumauern für die Stauseen.

  Bsp.: Wohlensee 1920, Grimsel 1932, Göscheneralp 1961,
  Grande Dixence 1961, Limmern 1963, Curnera 1966, L´Hongrin 1969.
- Mit der gesteigerten Nutzung der Wasserkraft zur Stromproduktion
  - wird das elektrische Licht allgemein üblich.
  - wird vor allem die mechanische Energie erschlossen.
  - erfolgt eine zügige und umfassende Elektrifizierung der Eisenbahn.
  - wird die Entstehung der Apparate- und Maschinenbauindustrie begünstigt.
- Abhängigkeit der Schweiz im 2. Weltkrieg von importierten Energieträgern. Rationierung der Brenn- und Treibstoffe. Also: Last der Auslandabhängigkeit.

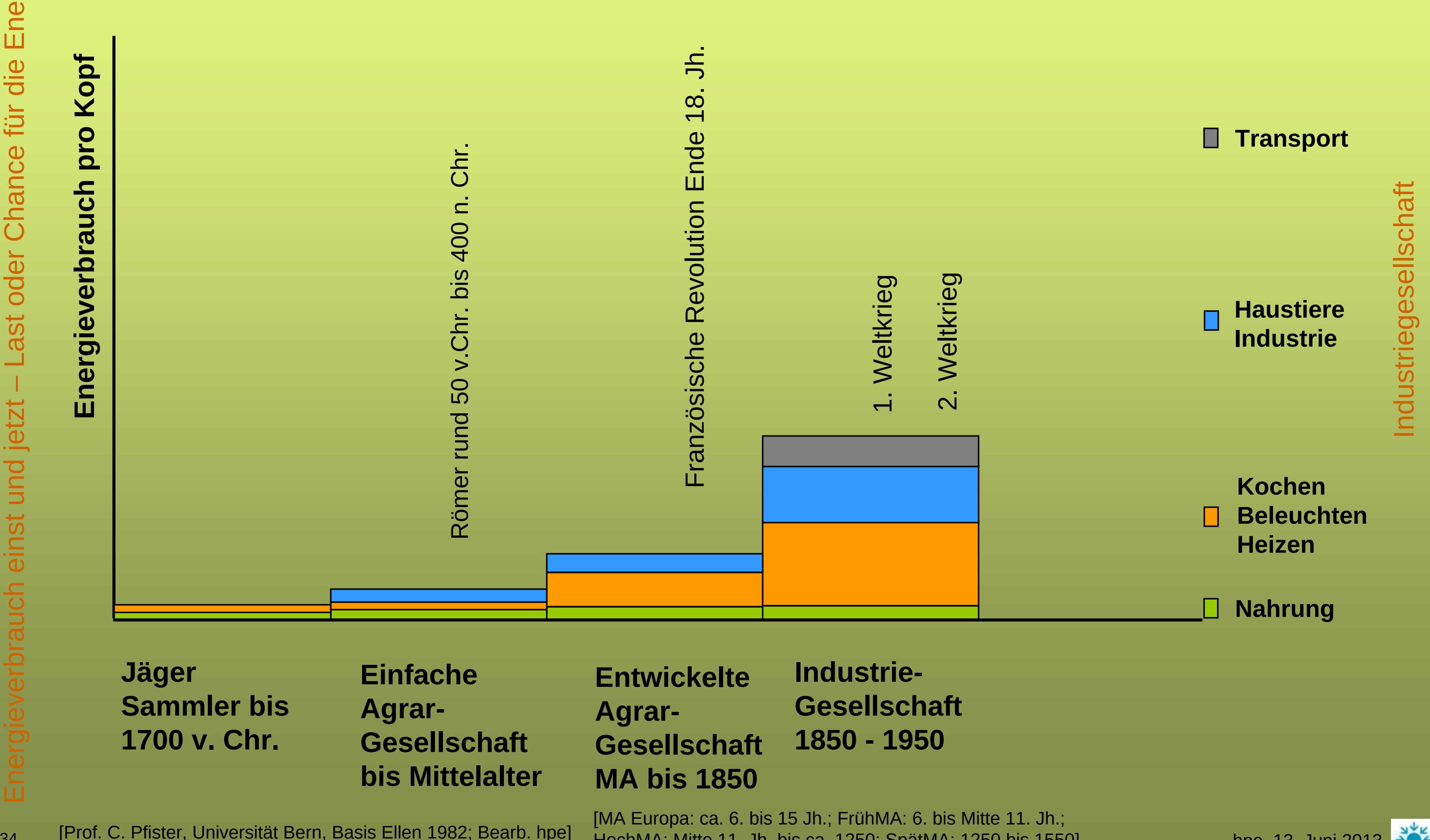


Schweiz, Industriegesellschaft 1850 – 1950
Jährlicher Energieverbrauch nach Energieträgern



Quellen: Marek 1991, Energiestatistik Schweiz; Bundesamt für Energie. Bearbeitung hpe

Energieverbrauch menschlicher Kulturen in Mitteleuropa Verwendungszweck



[Prof. C. Pfister, Universität Bern, Basis Ellen 1982; Bearb. hpe]

[MA Europa: ca. 6. bis 15 Jh.; FrühMA: 6. bis Mitte 11. Jh.; HochMA: Mitte 11. Jh. bis ca. 1250; SpätMA: 1250 bis 1550]

Konsumgesellschaft

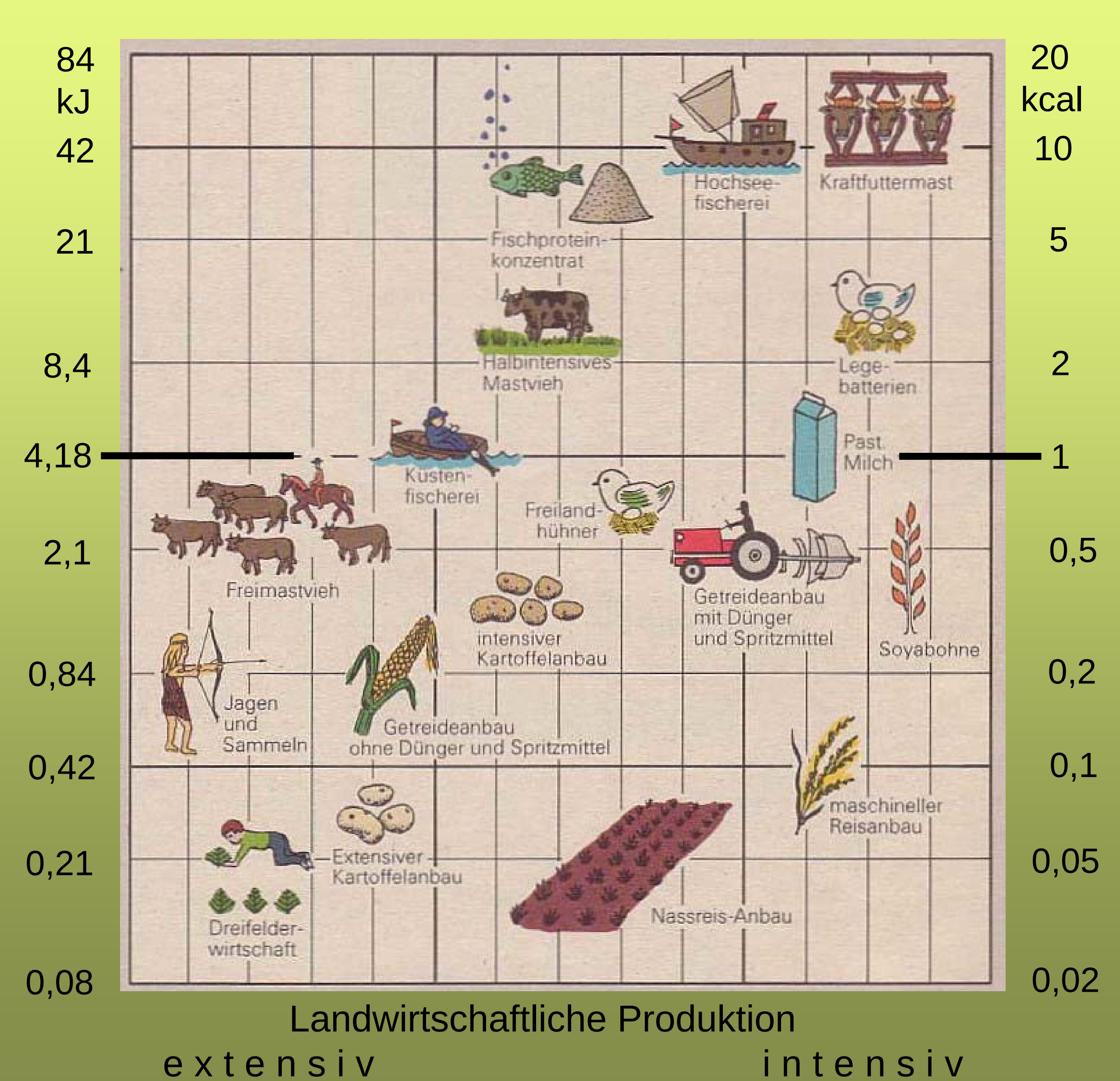


Konsumgesellschaft: Allgemeines

- Konsumgesellschaft ab 1930 in den USA, seit 1950 in Europa.
- Europa: Grosse industrielle Veränderungen seit den 1960er Jahren.
- Bereiche: Erdöl und Elektrizität, Autos und Flugzeuge, Chemie, Plastik und Kunstdünger.
- Urbane Ballungsgebiete als Zentren.
- Gesellschaft deckt ihren Bedarf mit billiger Energie: vor allem mit den fossilen Energieträgern Kohle, Erdöl und Erdgas, mit Wasserkraft und mit Kernkraft.
- Im Zeitalter dieser billigen Ressourcen:
  - Entwickelt sich die Konsumgesellschaft.
  - Werden Produkte des Alltags erschwinglich; Folge: Massenkonsum.
  - Senkung der Kosten für Heizung, Nahrung, Mobilität, Transport, Tourismus.
  - Ausbau des Nationalstrassennetzes.
  - Starkes Wachstum öffentlicher und privater Bauten.
  - Ausbau des Versicherungswesens (AHV, IV, Krankenkasse; Versicherungen).
  - Globalisierung und Ausweitung des Welthandels
  - Landwirtschaft: Volle Mechanisierung und grosser Einsatz chemischer Mittel.

Energiezufuhr für 4,18 kJ (1 kcal) verschiedener Lebensmittel

Energieverbrauch einst und jetzt – Last oder Chance für die Energiewende?



Konsumgesellschaft

 [BBC, Weichenstellen, 1980]

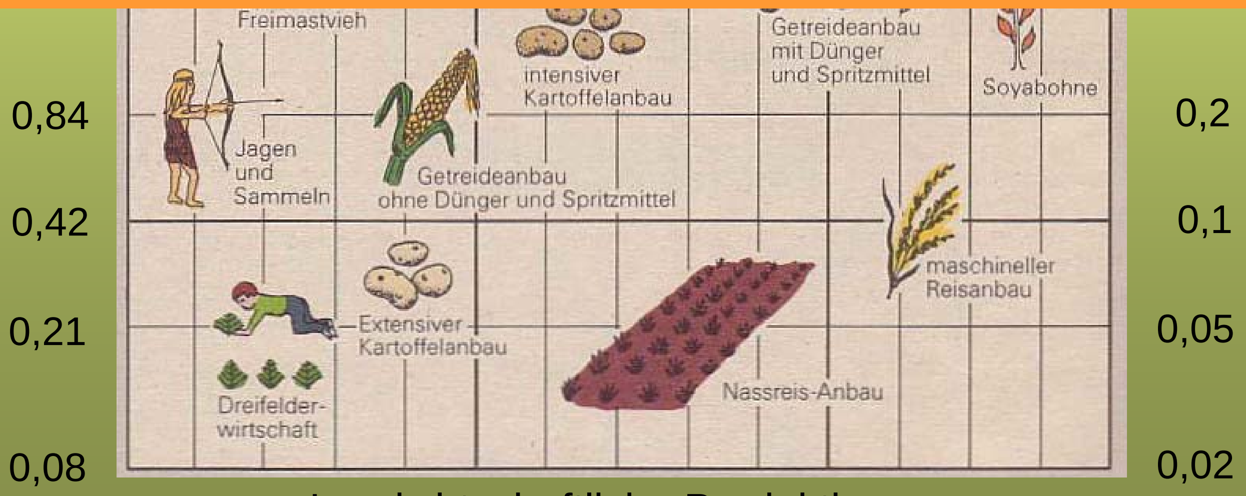
Energiezufuhr für 4,18 kJ (1 kcal) verschiedener Lebensmittel



NZZ 26. Mai 2013:

Mehr Toleranz für krumme Gurken

Gemüse- und Früchtehandel überprüft Qualitätsnormen und will so Lebensmittelverluste reduzieren.



 [BBC, Weichenstellen, 1980]



Konsumgesellschaft: Tatsachen

- Steigender Wohlstand ist verknüpft mit steigender Energienutzung.
- Art und Umfang der Energienutzung bestimmt die Art und den Umfang der Abfälle.
- In der Agrargesellschaft waren Abfälle unbekannt, in der Industriegesellschaft war ihr Umfang begrenzt und relativ unschädlich (Ausnahme Industriezentren).
- In der Konsumgesellschaft ist ihre Unmenge, Schädlichkeit und Langlebigkeit zu lokalen und globalen Problemen geworden.
  Der Ausdruck Wegwerfgesellschaft wird allgemein verwendet.

- Das Muster der Produktivitätssteigerung setzt sich in allen Sektoren durch:
  Menschliche, körperliche Arbeitskraft wird durch Kapital und billige Energie ersetzt! Arbeitsplätze werden wegrationalisiert!



Schweiz: Strukturwandel und steigender Energiebedarf 1

- Die neuen fossilen Energieträger Erdöl und Gas übernehmen bald nach dem 2. Weltkrieg die früher dominante Stellung der Kohle.
- Die Elektrizität gewinnt stark an Bedeutung.

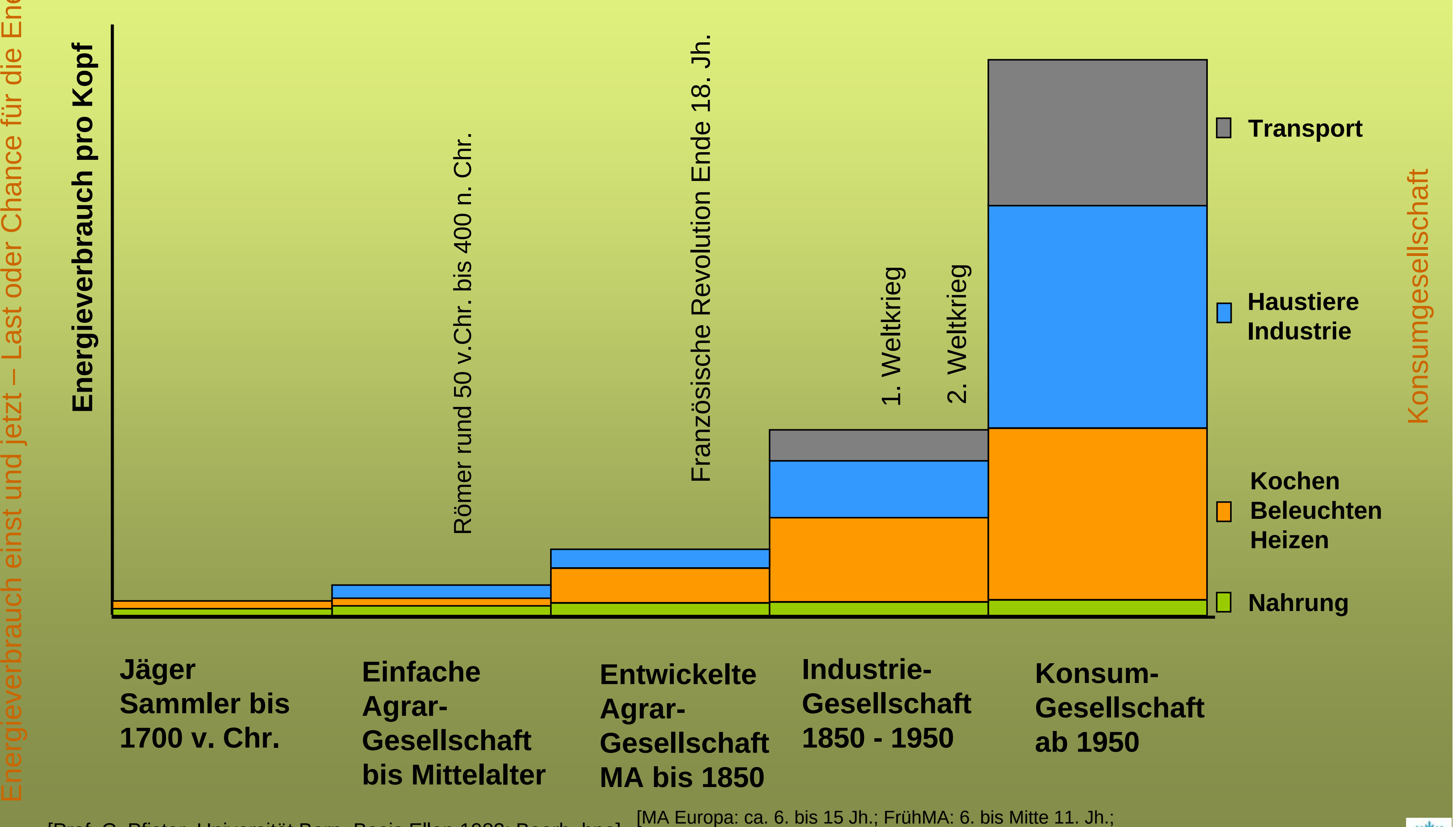
  Der Strom ist der vielseitigste Energieträger.

- Vergleich Endenergieverbrauch pro Jahr und Kopf:

Jäger und Sammler:	$5 \cdot 10^9$ J/a·K ≅	1´500 kWh/a·K ≅	170 W
Industriegesellschaft 1850:	$7 \cdot 10^9$ J/a·K ≅	2´300 kWh/a·K ≅	260 W
Industriegesellschaft 1950:	$36 \cdot 10^9$ J/a·K ≅	10´000 kWh/a·K ≅	1´150 W
Konsumgesellschaft 2011:	$108 \cdot 10^9$ J/a·K ≅	30´000 kWh/a·K ≅	3´425 W

Steigerung pro Kopf zwischen Jäger, Sammler und Konsumgesellschaft um das rund 20fache!

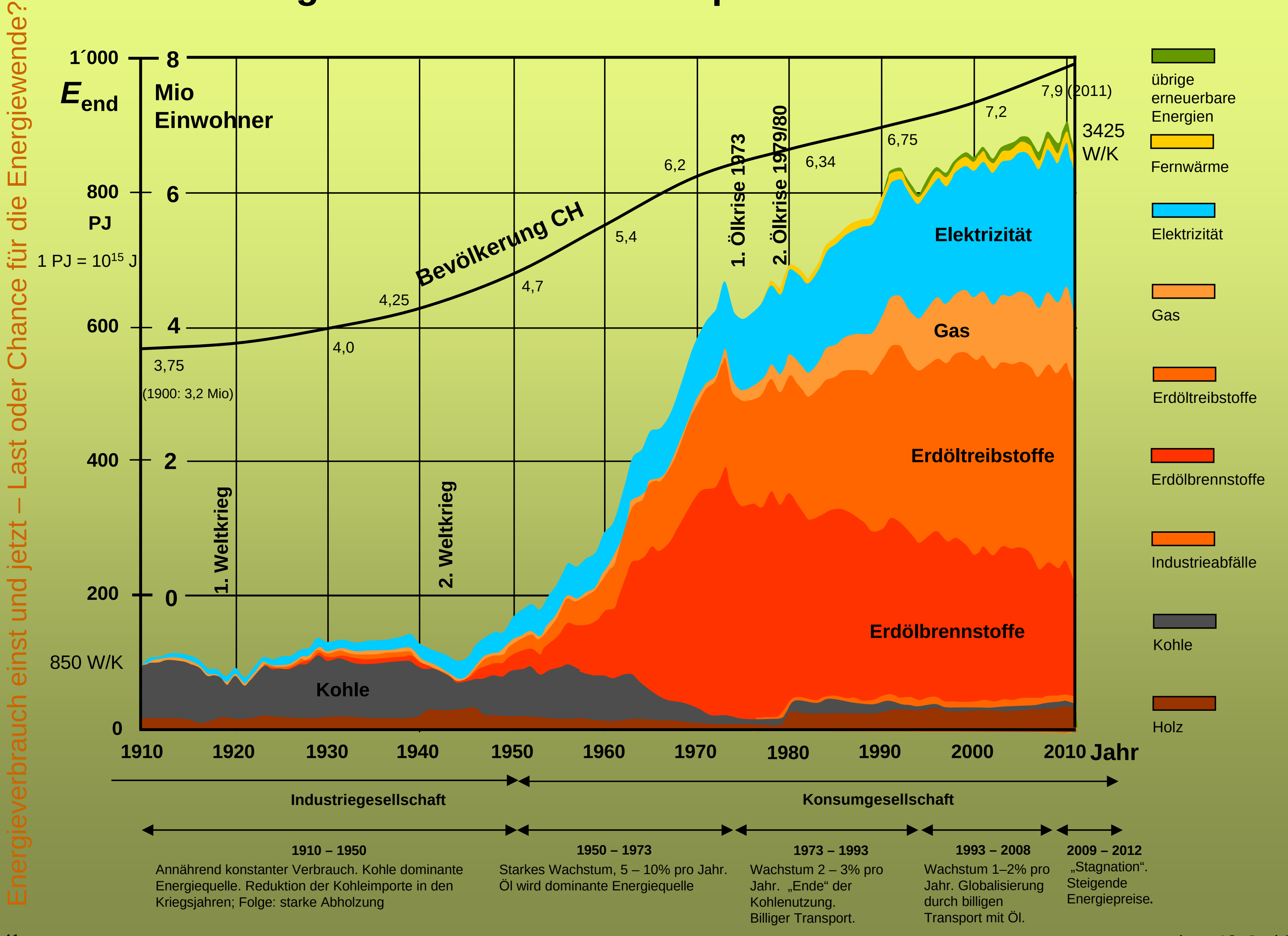
Energieverbrauch menschlicher Kulturen in Mitteleuropa Verwendungszweck



[MA Europa: ca. 6. bis 15 Jh.; FrühMA: 6. bis Mitte 11. Jh.; HochMA: Mitte 11. Jh. bis ca. 1250; SpätMA: 1250 bis 1550]

[Prof. C. Pfister, Universität Bern, Basis Ellen 1982; Bearb. hpe]

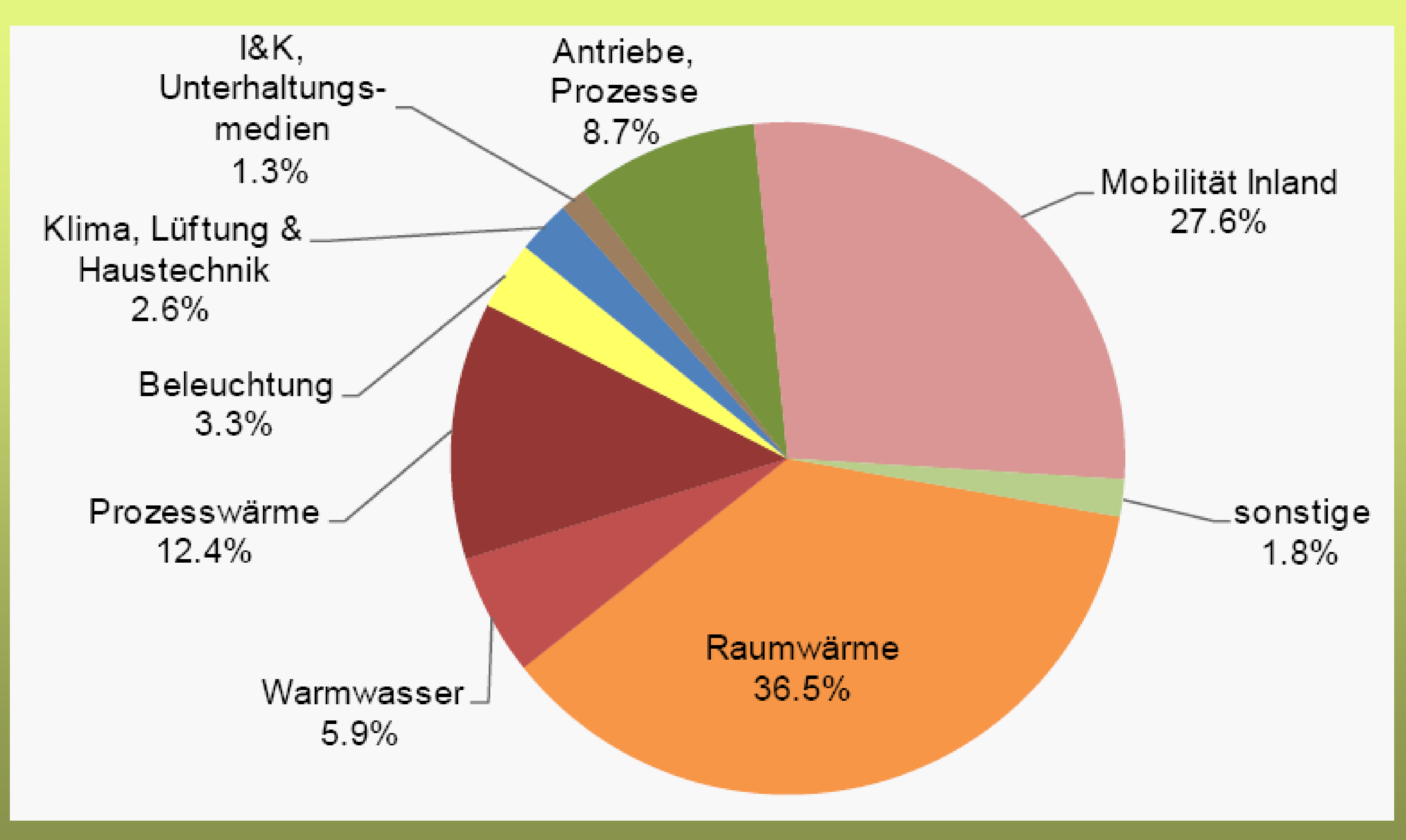
Endenergieverbrauch Schweiz pro Jahr seit 1910



Industriegesellschaft, Konsumgesellschaft

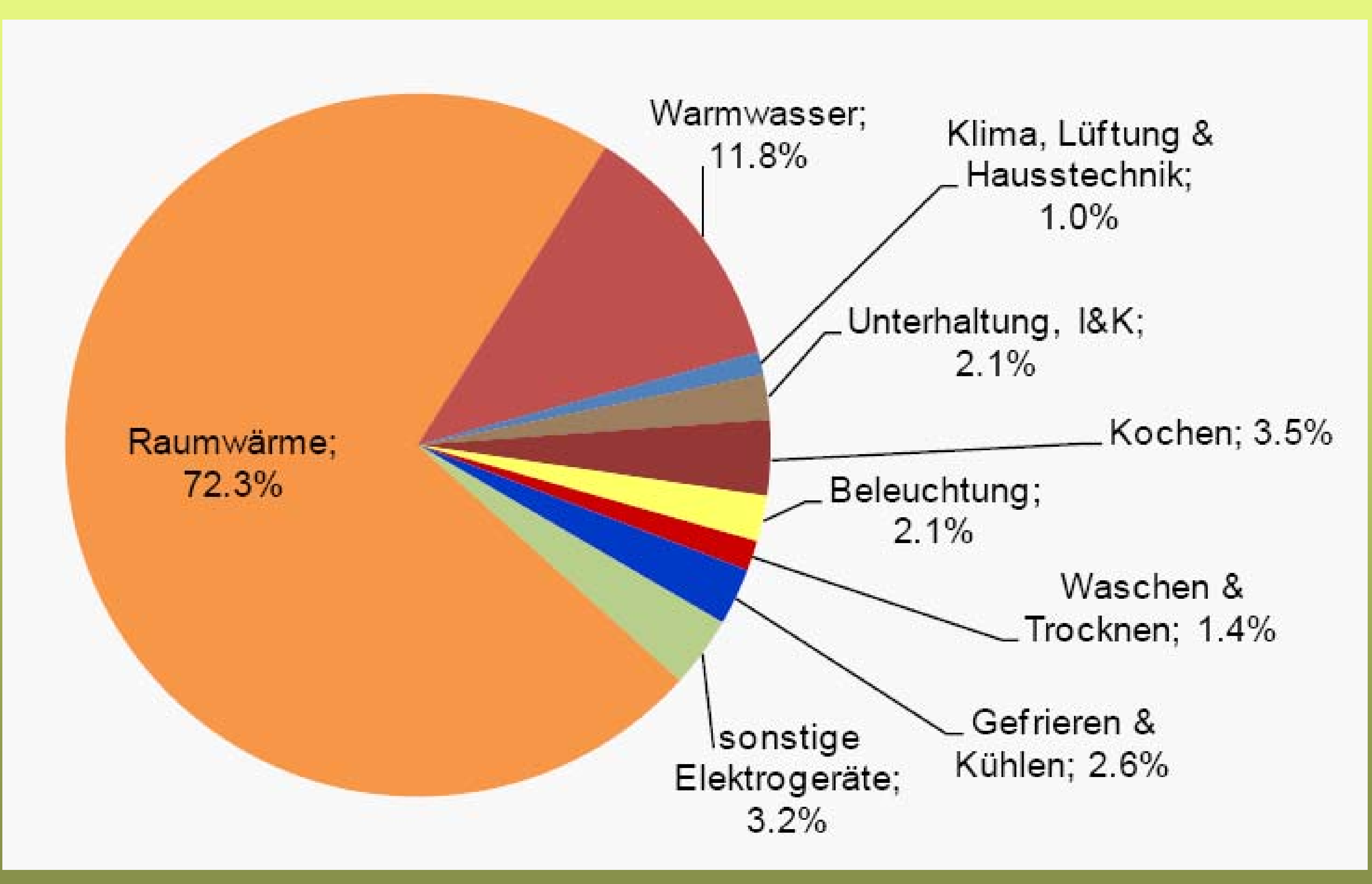
hpe, 13. Juni 2013

Schweiz: Verbrauch Endenergie 2010 nach Verwendungszweck



[Bundesamt für Energie BFE] Abb. 3-1

Private Haushalte: Verbrauch Endenergie 2010 nach Verwendungszweck



[Bundesamt für Energie BFE] Abb. 4-1

Schweiz: Strukturwandel und steigender Energiebedarf 2

Eine Steigerung des Energieverbrauchs verursachten etwa:

- Die Einführung neuer Techniken und Geräte der öffentlichen Hand und im Dienstleistungssektor.
- Die Technisierung, Automatisierung und Rationalisierung in Gewerbe und Industrie.
- Im privaten Bereich die mit Erdöl befeuerte Zentralheizung bei gleichzeitiger Zunahme der Wohnfläche pro Kopf.
- Der wachsende Einsatz von Haushaltgeräten und Haushaltmaschinen.
- Die Freizeitgestaltung, der Sport und der Tourismus.
- Der Ausbau der Infrastruktur für
    - die individuelle Mobilität,
    - den öffentlichen Verkehr, den Gütertransport und das Flugwesen.
- Die rasant wachsenden Anwendungen der Informationstechnologie.

Betrieb Gotthardtunnel:

Installierte Leistung: 30´000 kW.
Energieverbrauch: 15 Mio kWh/Jahr.
(Lüftung 86%, Beleuchtung 4%, Hilfsbetriebe 10%)



5. September 1980: Die ersten Autos fahren durch den Gotthard

[Foto: Keystone]

Schweiz: Strukturwandel und steigender Energiebedarf 3

Fossile Energieträger

- Bohrungen im Jura und im Entlebuch ohne nennenswerte Funde von Erdöl.
- In Finsterwald wird bis 1994 in bescheidenem Rahmen Erdgas gefördert.
- Um 1970: Ende der Gaserzeugung aus der Destillation von Steinkohle; Gaswerke verteilen nun günstiges Erdgas; Erdgas ist durch die Erschliessung neuer Quellen und den Bau von Pipelines zunehmend verfügbar.

Stromproduktion

- Zwischen 1950 und 1970 erfolgt der hauptsächliche Ausbau der Wasserkraftwerke.
- Danach übernehmen die Kernkraftwerke die Rolle des energiewirtschaftlichen Wachstumsträgers.
- Beznau I nimmt 1969 als erstes Kernkraftwerk der Schweiz den Betrieb auf.

BBC καὶ τὸ ἄτομον



Schweizerische Kernkraftwerke



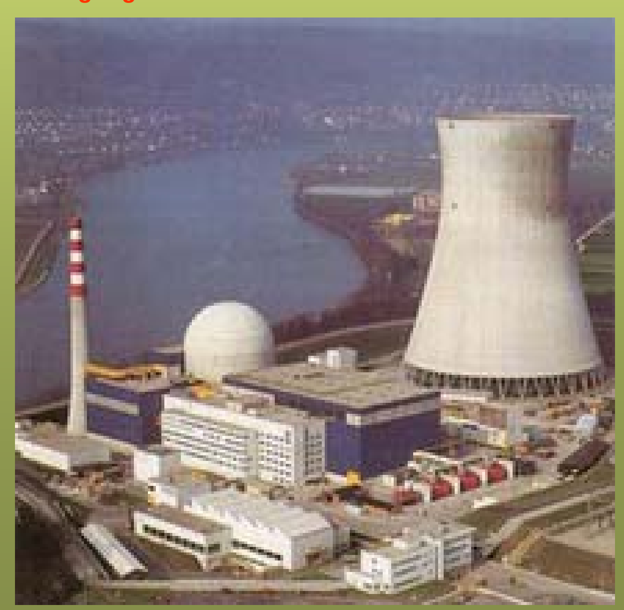
KKW Beznau I, II; 1969/71; AG. 2 x 365 MW_{el}. PWR
Stilllegung 2021 ?



KKW Mühleberg; 1972; BE. 365 MW_{el}. BWR
Stilllegung 2022 ?



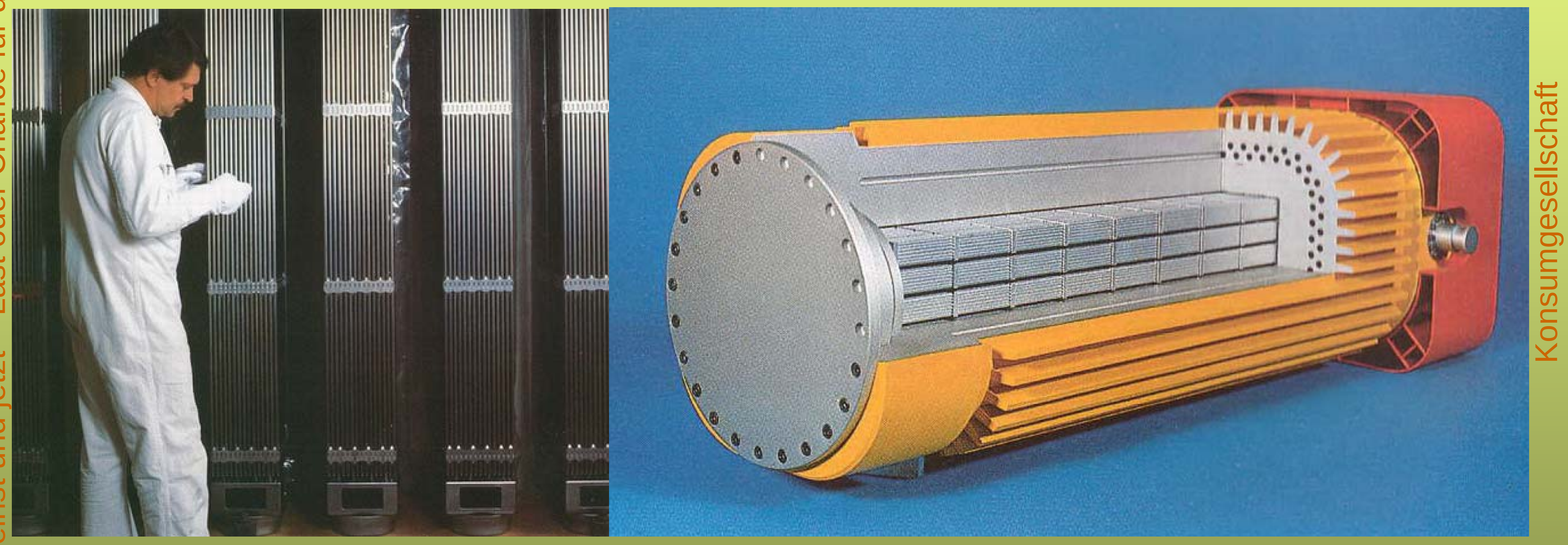
KKW Gösgen; 1979; SO. 970 MW_{el}. PWR
Stilllegung 2029 ?



KKW Leibstadt; 1984; AG. 1165 MW_{el}. BWR
Stilllegung 2034 ?



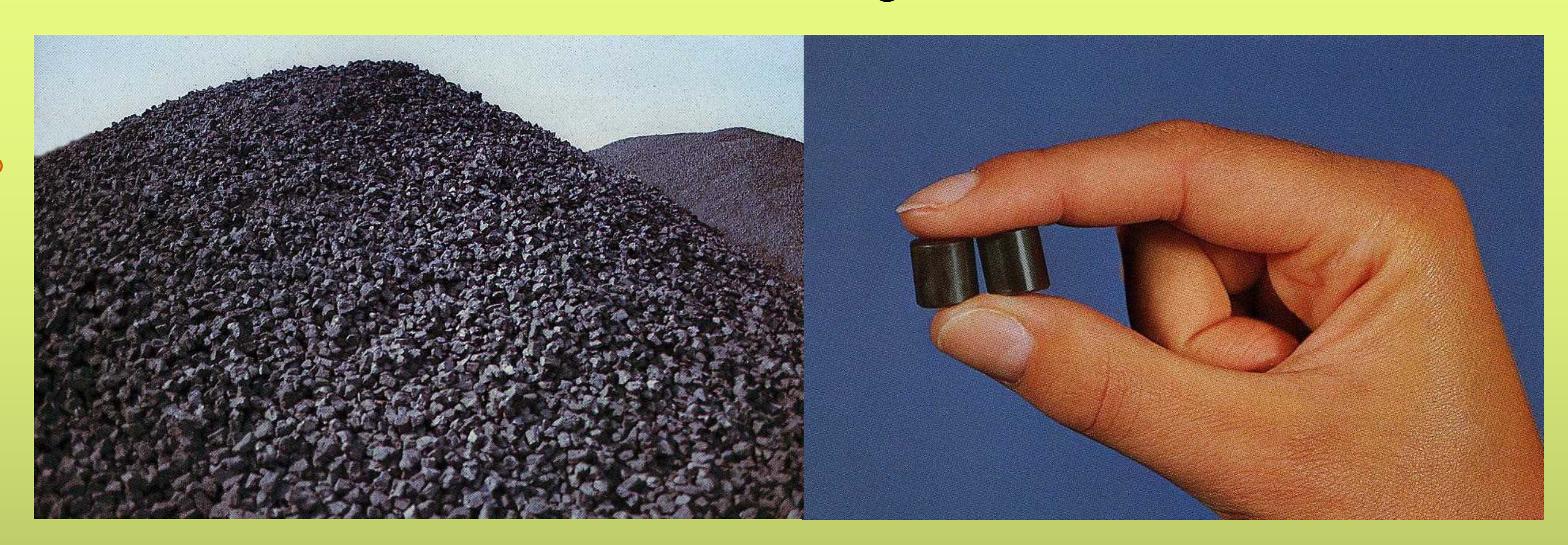
Brennelemente



Brennelemente vor dem Einsatz im Reaktor

Behälter mit abgebrannten Brennelementen

Uran, seine enorme Energiedichte

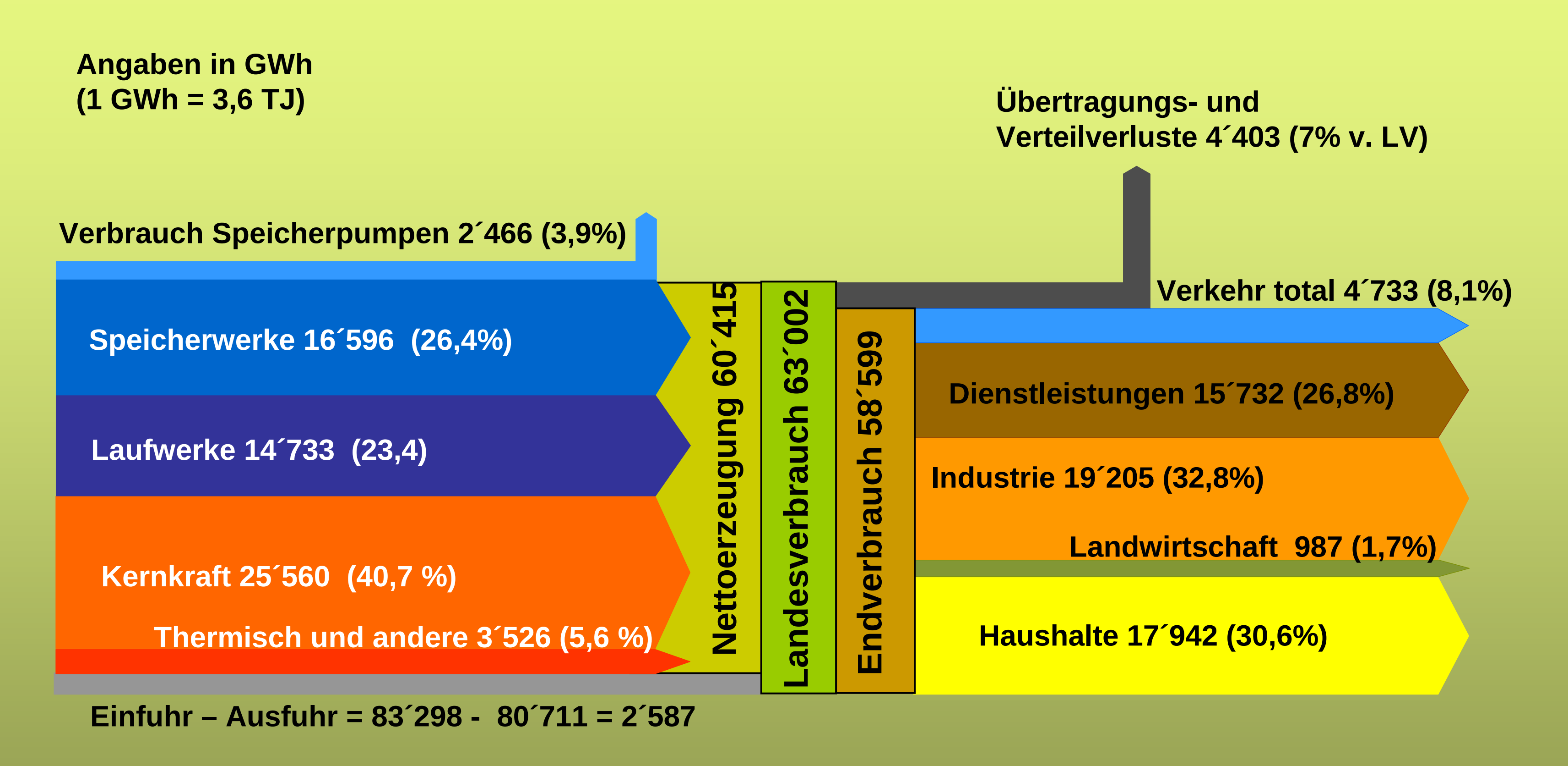


Brennstofftablette von 10 Gramm Erzeugung von Wärmeenergie wie etwa 500 l Öl, 600 kg Steinkohle, 500 m^3 Gas.
Zwei Tabletten für den Strom einer vierköpfigen Familie pro Jahr.
KKW Gösgen oder Leibstadt benötigt pro Jahr rund 30 Tonnen Kernbrennstoff (2 Eisenbahnwagen).
Kohlekraftwerk mit vergleichbarer Stromproduktion 2´500´000 t (50´000 Eisenbahnwagen).

Quelle	Energieträger	Spezifischer Energiegehalt
Biomasse	Holz	2- 4 kWh/kg
Fossile Brennstoffe	Torf	4 kWh/kg
	Braunkohle	3 kWh/kg
	Steinkohle	8 kWh/kg
	Erdgas	12 kWh/kg
	Erdöl	12 kWh/kg
Atomkerne	Fission: Uran 235	20´000´000 kWh/kg
	Fusion: D und T	200´000´000 kWh/kg



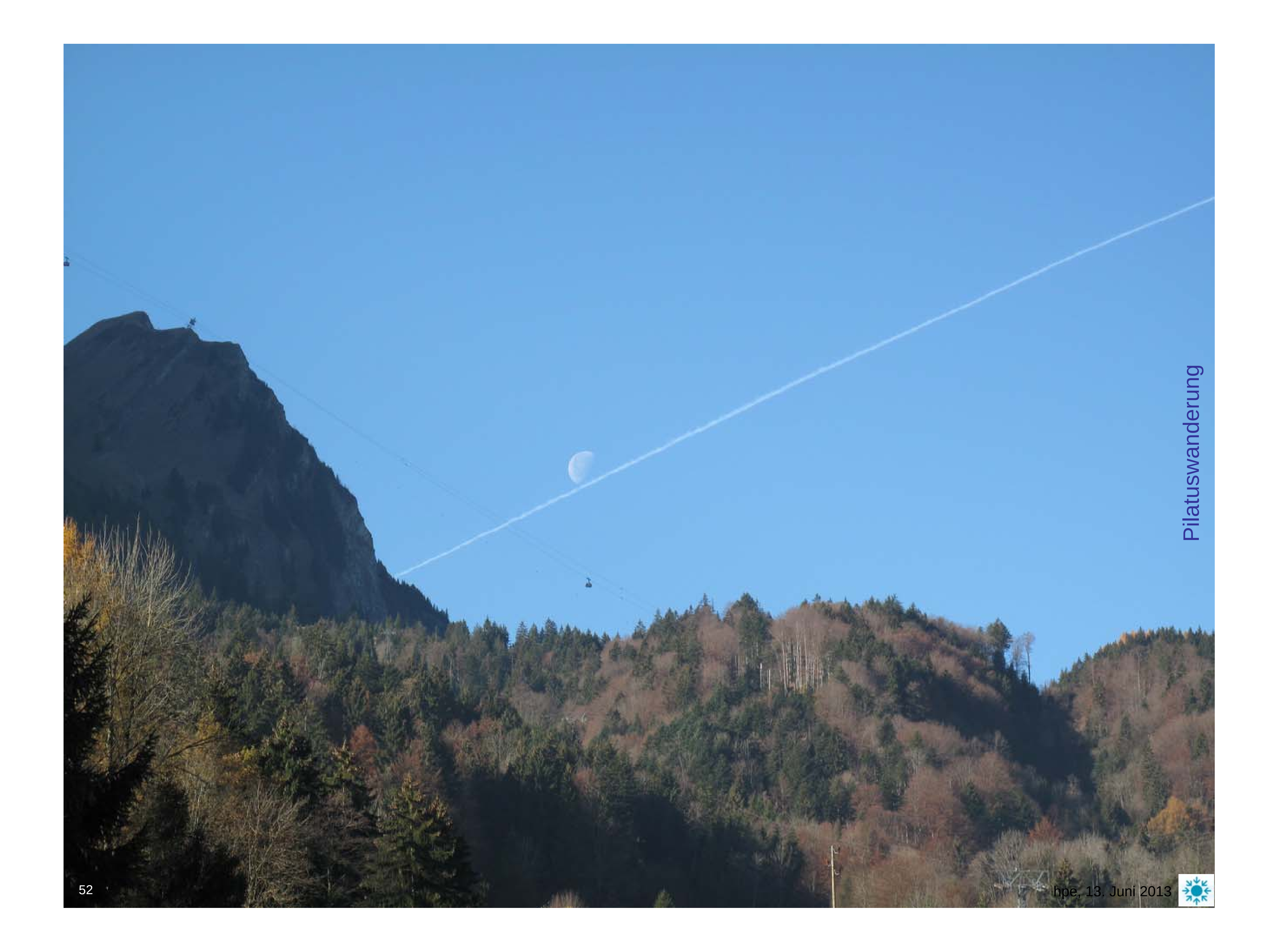
Elektrizitätsbilanz der Schweiz 2011



Energieverbrauch einst und jetzt – Last oder Chance für die Energiewende?

Konsumgesellschaft

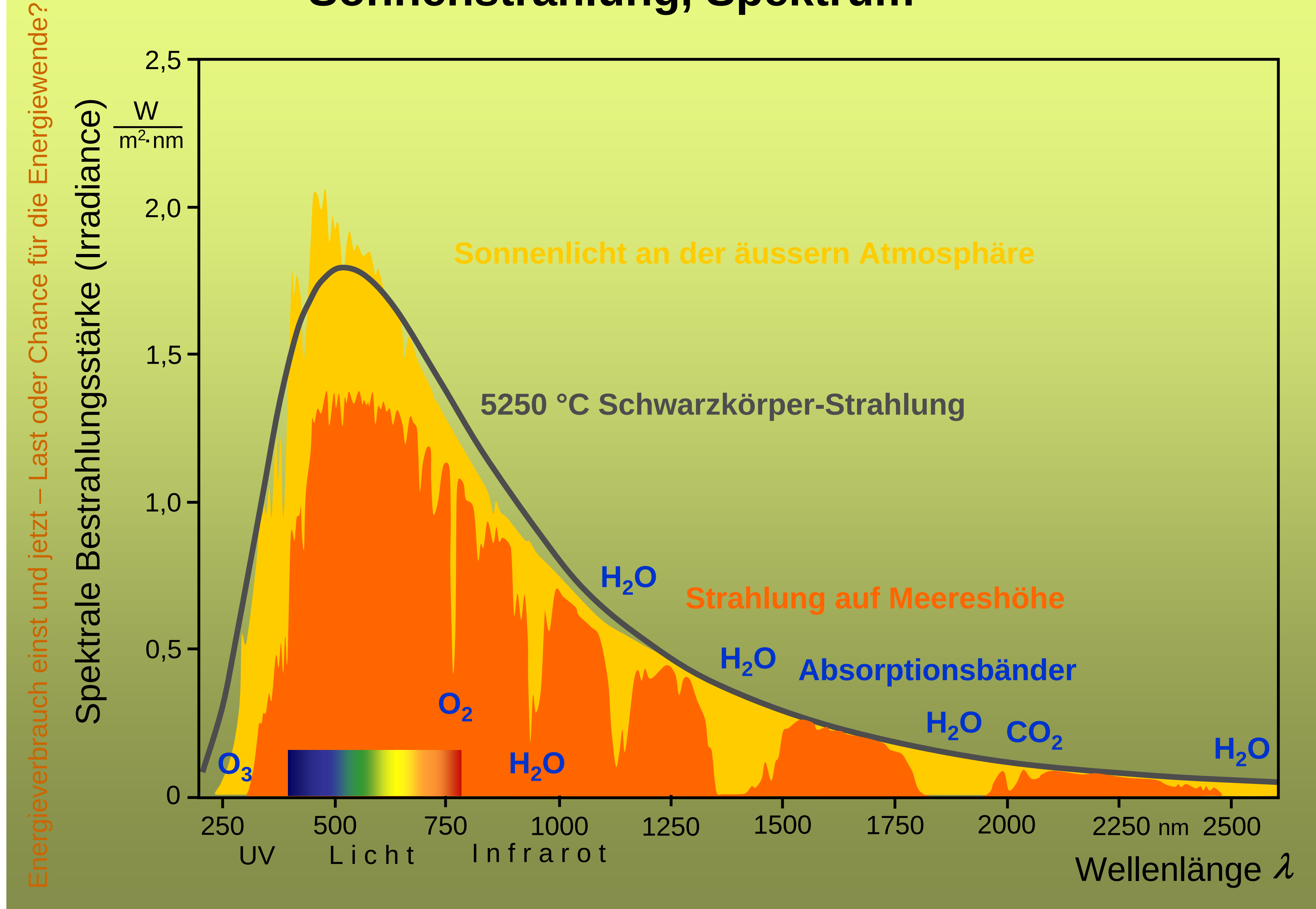
www.powergrid.ch; Quelle: Bundesamt für Energie 2011; VSE; Bearbeitung: hpe


Pilatuswanderung



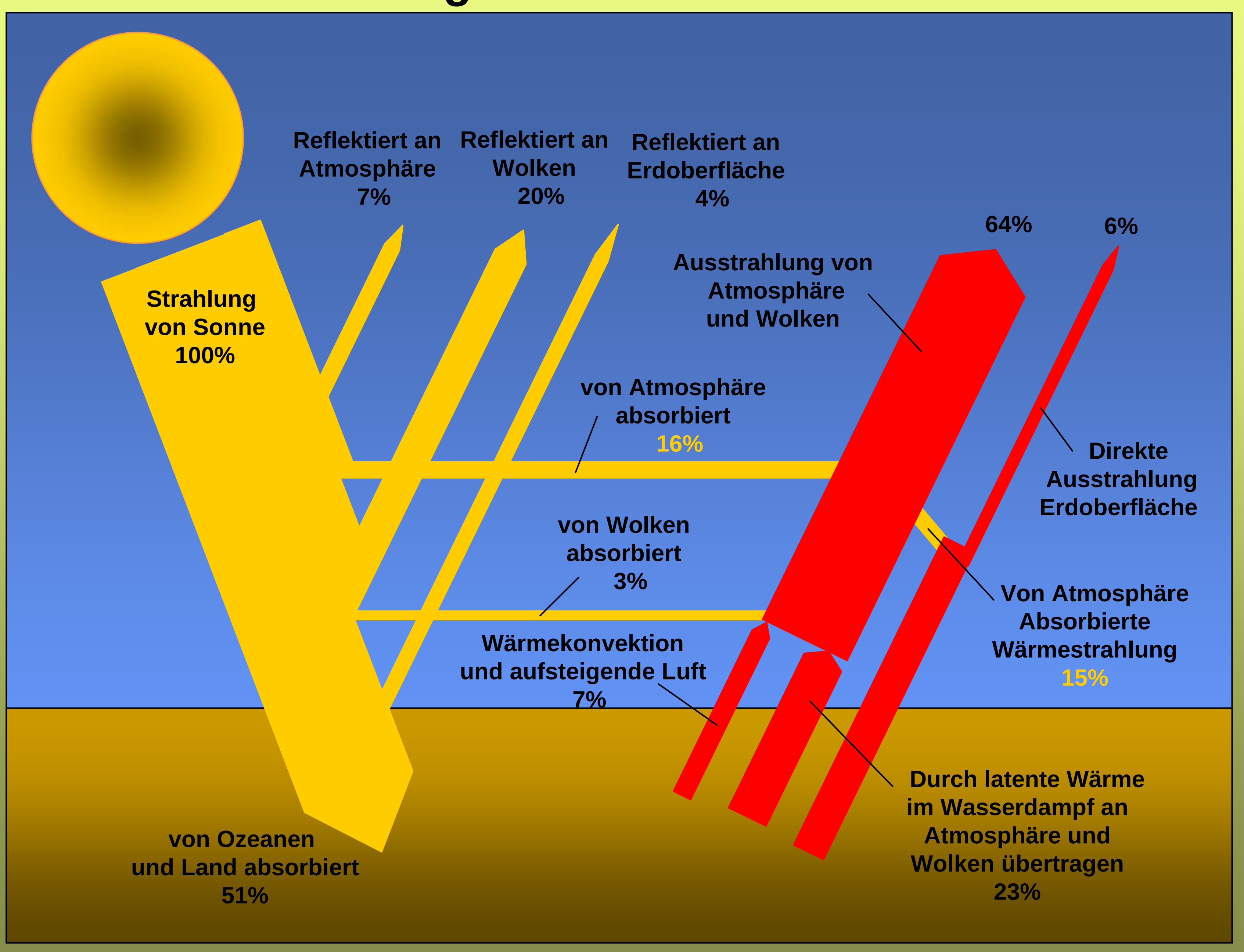
Lufthülle der Erde

Sonnenstrahlung, Spektrum



[osg] Image created by Robert A. Rohde / Global Warming Art

Energiebilanz der Erde



CO_2-Emissionen einiger Energieträger

Brennstoffe	Spezifische Emission	
	kg CO_2 / t	kg CO_2 / MWh
Erdgas	2´560	198
Kerosin	3´150	263
Dieselöl	3´150	265
Heizöl EL	3´140	265
Benzin	3´140	266
Steinkohle	2´640	338
Braunkohle	2´140	382
Holz	1´780	445

Zunahme der CO_2-Konzentration in der Erdatmosphäre von 1960 bis 2010: 25%.

VW, **Golf** Plus, Schaltgetriebe: 105 PS (77 kW); Benzin l/100 km: 5,5 l/100 km; CO_2-Emission, kombiniert: 126 g/km.

Spezifische Kohlendioxidemissionen verschiedener Brennstoffe

Bei der Verbrennung von Braunkohle entsteht 80 % mehr Kohlendioxid bezogen auf den Energiegehalt als bei der Verbrennung von Erdgas.
Torf hat sehr hohe spezifische Emissionen.
Auch Hölzer, wenn sie nicht nachhaltig genutzt werden, haben sehr hohe spezifische Emissionen.
Die Abholzung von Wäldern wirkt sich somit doppelt negativ auf das Klima aus.
Wird nur soviel Holz verbrannt, wie wieder nachwachsen kann, ist es hingegen kohlendioxidneutral; beim Wachsen bindet so viel Kohlendioxid aus der Atmosphäre später bei der Verbrennung abgegeben wird.
Werden die Brennstoffe zur Stromerzeugung eingesetzt, erhöhen sich die Kohlendioxidemissionen entsprechend dem Kehrwert des Kraftwerkswirkungsgrads. Wird zum Beispiel Steinkohle in einem Kraftwerk mit einem Wirkungsgrad von 34 % verfeuert, entstehen pro Kilowattstunde elektrischer Energie dann 1,0 kg Kohlendioxid.
Der Wechsel zu kohlendioxidärmeren Brennstoffen senkt die Emissionen und liefert einen kurzfristigen Beitrag zum Klimaschutz.
Langfristigen Klimaschutz bringen nur kohlendioxidfreie Energieträger wie nachhaltig genutzte Biomasse und andere regenerative Energien.



BAFU: Energieinhalte und CO2-Emissionsfaktoren von fossilen Energieträgern; www.umwelt-schweiz.ch
Bundesamt für Konjunkturfragen (Hrsg.); RAVEL Industrie Handbuch; EDMZ Bern 1993.
http://www.volker-quaschning.de/datserv/CO2-spez/index.php



Energieverbrauch und Ungleichheit

- Erste Hälfte 20. Jh.: Europa und Nordamerika verbrauchen, verglichen mit der Weltbevölkerung, 90% der fossilen Energieträger.
- Beginn 21. Jh.: Die reichen 20% der Weltbevölkerung verbrauchen 70% der fossilen Energieträger.
- Über drei Milliarden Menschen nutzen als Energiequellen hauptsächlich ihre eigene Körperkraft, Haustiere, Feuer, Holz, Dung.
- Zwei Milliarden Menschen übernutzen dabei die Ressourcen ihrer Umgebung.
- 100 Millionen Menschen fehlt der Brennstoff zur Nahrungszubereitung.

Heutiger durchschnittlicher Energie-Bedarf eines Menschen Entsprechende Leistung			
Indien	43 MJ/d	12 kWh/d	500 W
China	122 MJ/d	34 kWh/d	1420 W
Erdbevölkerung	155 MJ/d	43 kWh/d	1800 W
Europa	468 MJ/d	130 kWh/d	5400 W
USA	900 MJ/d	250 kWh/d	10´400 W



Bevölkerungsentwicklung Welt

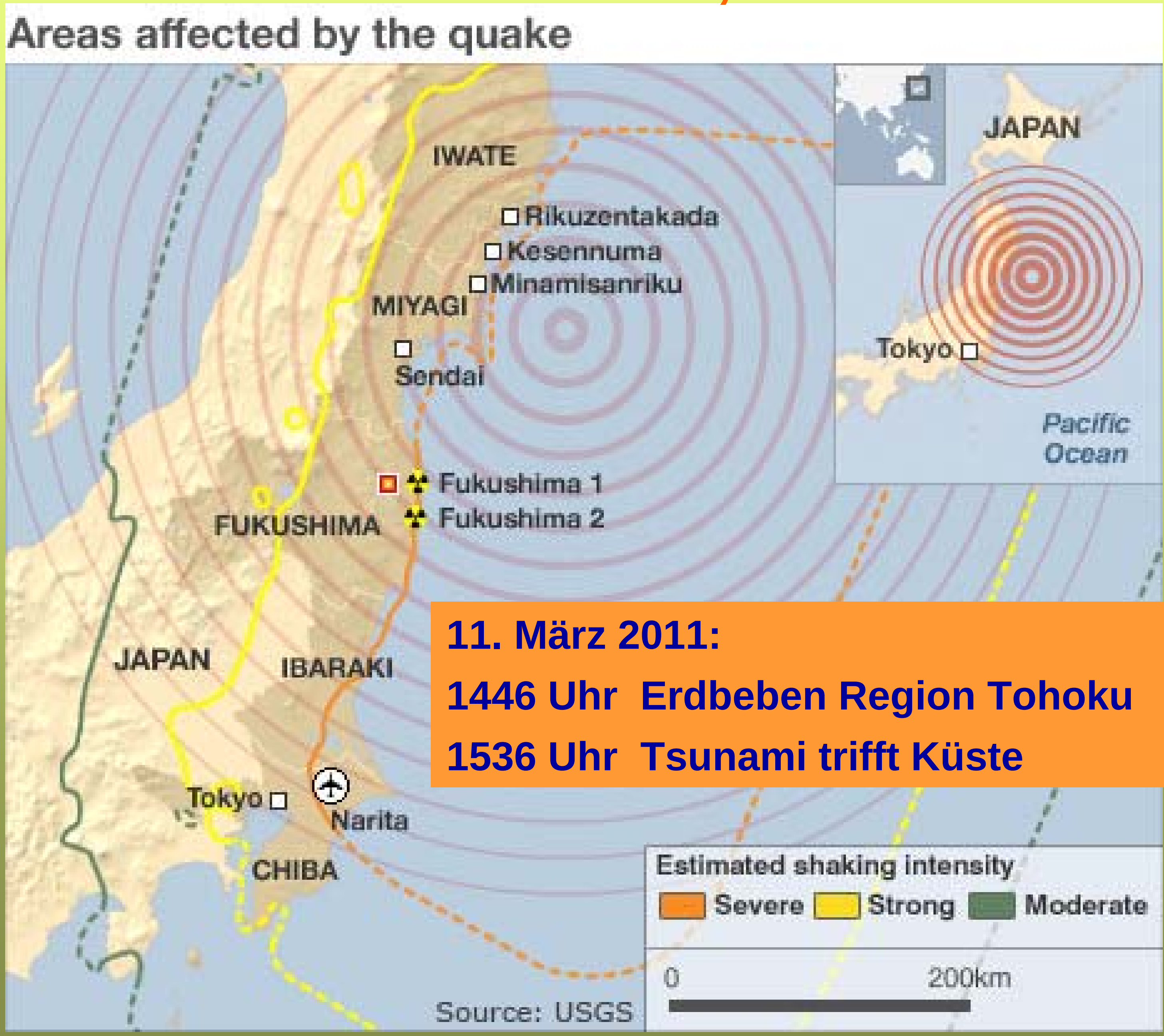
Zeit	Weltbevölkerung in Milliarden	Jahre für Verdoppelung
Christi Geburt	0,25	
1650	0,50	1650
1810	1	180
1929	2	100
1960	3	
1975	4	45
1987	5	
1999	6	39
2011	7	
2050	11?	

Um das Jahr 1804 lebten erstmals mehr als 1 Milliarde Menschen auf der Erde. Die 2. Milliarde wurde um 1928 erreicht. 1960 waren schon 3 Milliarden Menschen auf der Erde. 1975: 4 Mia. , 1987: 5 Mia., 1999: 6 Mia. (Schätzung UN: 12. Oktober 1999 / Schätzung USA: 1. Juni 1999), Anfang November 2011: 7 Mia.
Das nennt sich exponentielles Wachstum.
Pro Sekunde nimmt die Weltbevölkerung um rund 2.5 Menschen zu, es werden also 2.5 Menschen mehr geboren als sterben.
Bleibt die Geburtenrate gleich hoch wie im Moment, werden im Jahr 2050 bereits 11 Milliarden Menschen auf der Erde leben.
Momentan wächst die Weltbevölkerung jedes Jahr um ca. 80 Millionen. Das entspricht ungefähr der Einwohnerzahl von Deutschland.
Das wirksamste Mittel um das Bevölkerungswachstum langfristig zu stabilisieren ist Entwicklungshilfe! Die Bevölkerung nimmt in armen Entwicklungsländern zum Teil immer noch stark zu. In den westlichen wohlhabenden Industrienationen stagniert das Wachstum, teilweise sind die Bevölkerungszahlen gar rückläufig.

http://de.wikipedia.org/wiki/Weltbevölkerung



Fukushima: Erdbeben, Tsunami



11. März 2011:

1446 Uhr Erdbeben Region Tohoku

1536 Uhr Tsunami trifft Küste

Blöcke 5 und 6
Block 1
Block 2
Generatoren etc.
Block 3
Block 4
Kühlwasserauslass

Atomkraftwerk Fukushima Daiichi (Bild von: TEPCO)

Block 1: Kernschmelze (vor allen anderen Reaktoren), Explosion
Block 2: Kernschmelze, Explosion im Torus, Brand
Block 3: Kernschmelze, Explosion, Brand, Probleme mit Abklingbecken
Block 4: Abklingbecken überhitzt, Brand, Explosion
Block 5: Wohl inzwischen stabilisiert
Block 6: Wohl inzwischen stabilisiert



Fukushima, Explosion

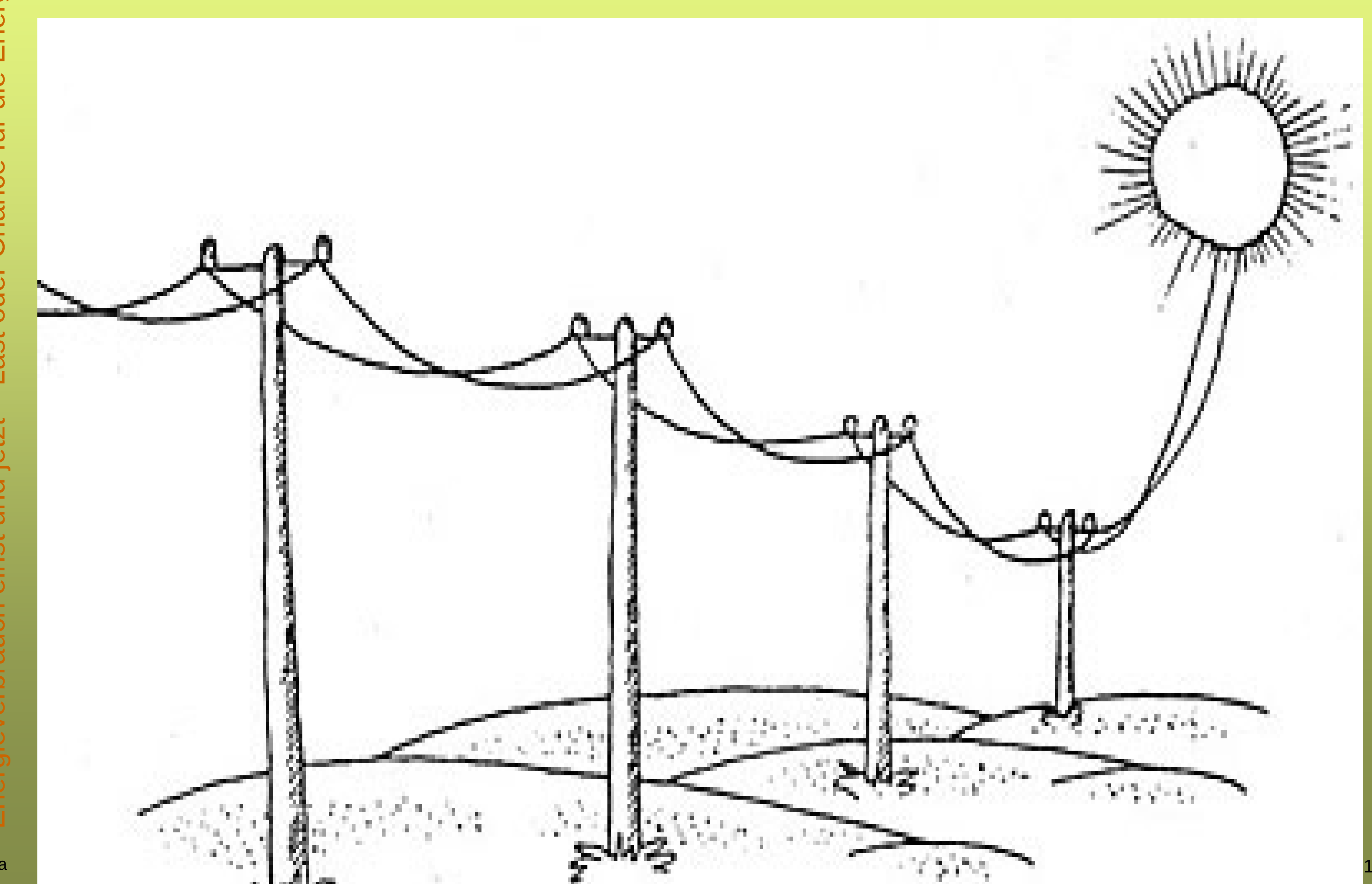


[Fukushima, Explosion, untitled]

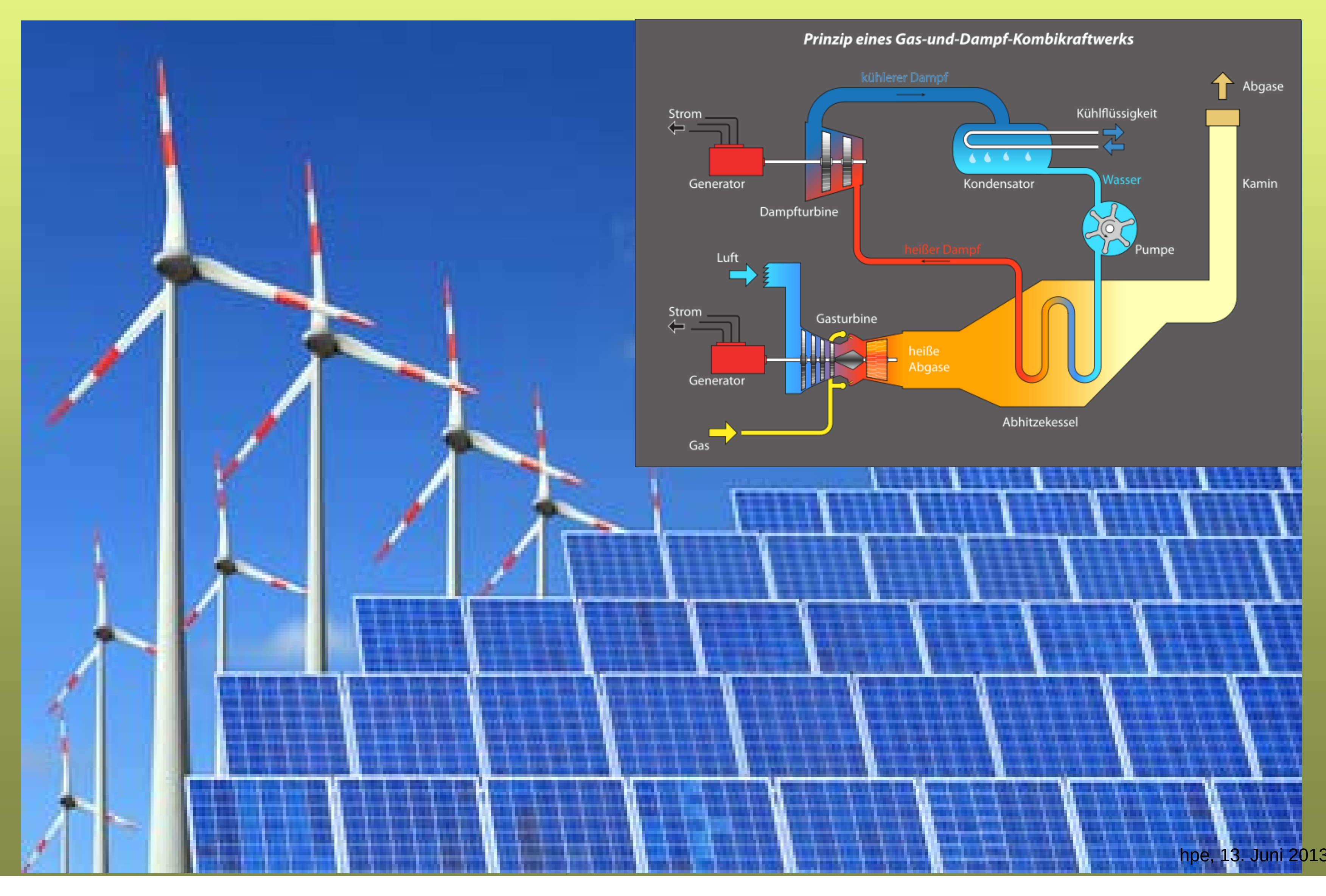
Fukushima, Anlage nach den Explosionen



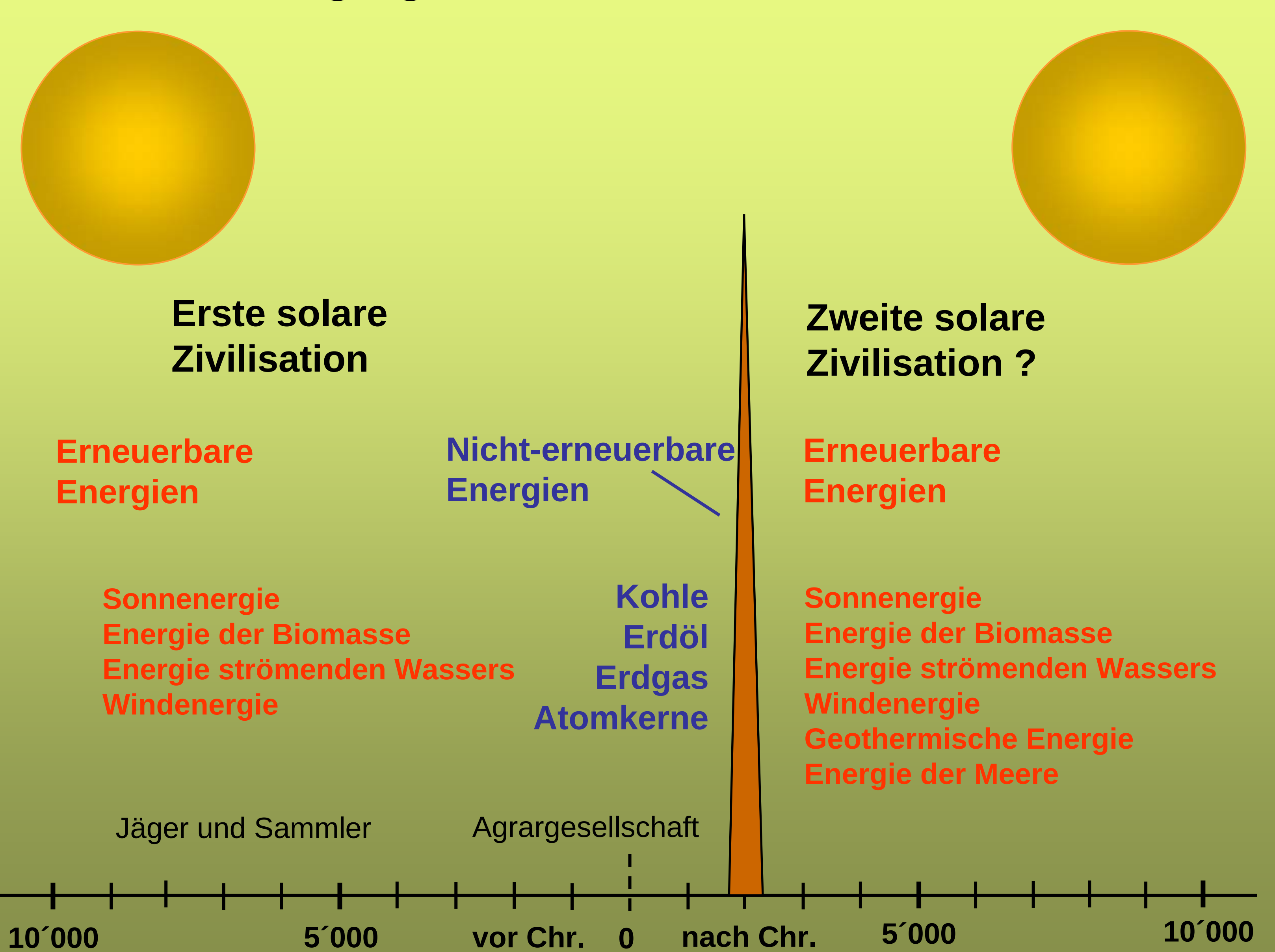
Nachkonsumgesellschaft
Energiewende   Energie 2050



Nachkonsumgesellschaft
Energiewende   Energie 2050



Energiegeschichte der Menschheit



[Jischa 1997 a]

Energiepolitik des Bundes

- 1964/1970: Bundesrat befürwortet raschen Einstieg in die Atomenergie; Maximen der Energie-Versorgung: wirtschaftlich, autark, naturschonend, sparsam bzw. effizient.
- 1990 Verankerung der Energiepolitik in der schweizerischen Verfassung; Energieartikel legt fest, dass sich "Bund und Kantone im Rahmen ihrer Zuständigkeiten für eine ausreichende, breit gefächerte, sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung sowie für einen sparsamen und rationellen Energieverbrauch einsetzen".
- Energiewende 2011: Der Bundesrat und Parlament beschliessen im Rahmen der neuen Energiestrategie den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie.

  Der Bundesrat will in der Schweiz weiterhin eine hohe Stromversorgungs-sicherheit garantieren - mittelfristig jedoch ohne Kernenergie.

- Bemerkungen:

  Einflussfaktoren der Energiepolitik: Lucens (1969), Kaiseraugst (1975), Three Mile Island (1979), Tschernobyl (1986), Fukushima (2011).

  Energiewende:
  Kernenergiepolitik ist nur ein Teil der Energiepolitik.

Energiewende, Energie 2050: Allgemeines

Energiepolitik mit den drei Schwerpunkten

- Versorgungssicherheit.
- Umweltverträglichkeit.
- Wirtschaftlichkeit.

Hohe Effizienz ist entscheidend zum Gelingen der Energiewende:

- Bei der Produktion von Energie.
- Beim Transport von Energie.
- Ganz besonders beim Verbrauch von Energie.

Dazu fördern Bund und Kantone:

- Energetische Sanierungen mit dem Gebäudeprogramm seit 2010.
- Die erneuerbaren Energien.

Effizienzsteigerung etwa durch:

- Strengere energetische Standards für Neu- und Altbauten.
- Den Gebäudeausweis.
- Höhere CO_2-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen.
- Effizienz- und Zielvereinbarungen für Unternehmen.
- Vorschriften zum Energieverbrauch von Elektrogeräten und Beleuchtung.

Kanton Luzern

Kantonales Energiegesetz

(Vernehmlassungsentwurf vom 25. Sept. 2012)

I. Allgemeine Bestimmungen

§1 *Ziele und Grundsätze*

[1] Das Gesetz soll zu einer sicheren, ausreichenden, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung und - verteilung beitragen.

[2] Es bezweckt eine sparsame, effiziente und nachhaltige Energienutzung namentlich durch:

a. Eine verstärkte Nutzung von einheimischen und erneuerbaren Energien sowie von Abwärme,

b. Erstellung, Betrieb und Unterhalt von Gebäuden und haustechnischen Anlagen mit möglichst geringen Energieverlusten,

c. Den Einsatz von Technologien, die dem Stand der Technik entsprechen und wirtschaftlich sind.

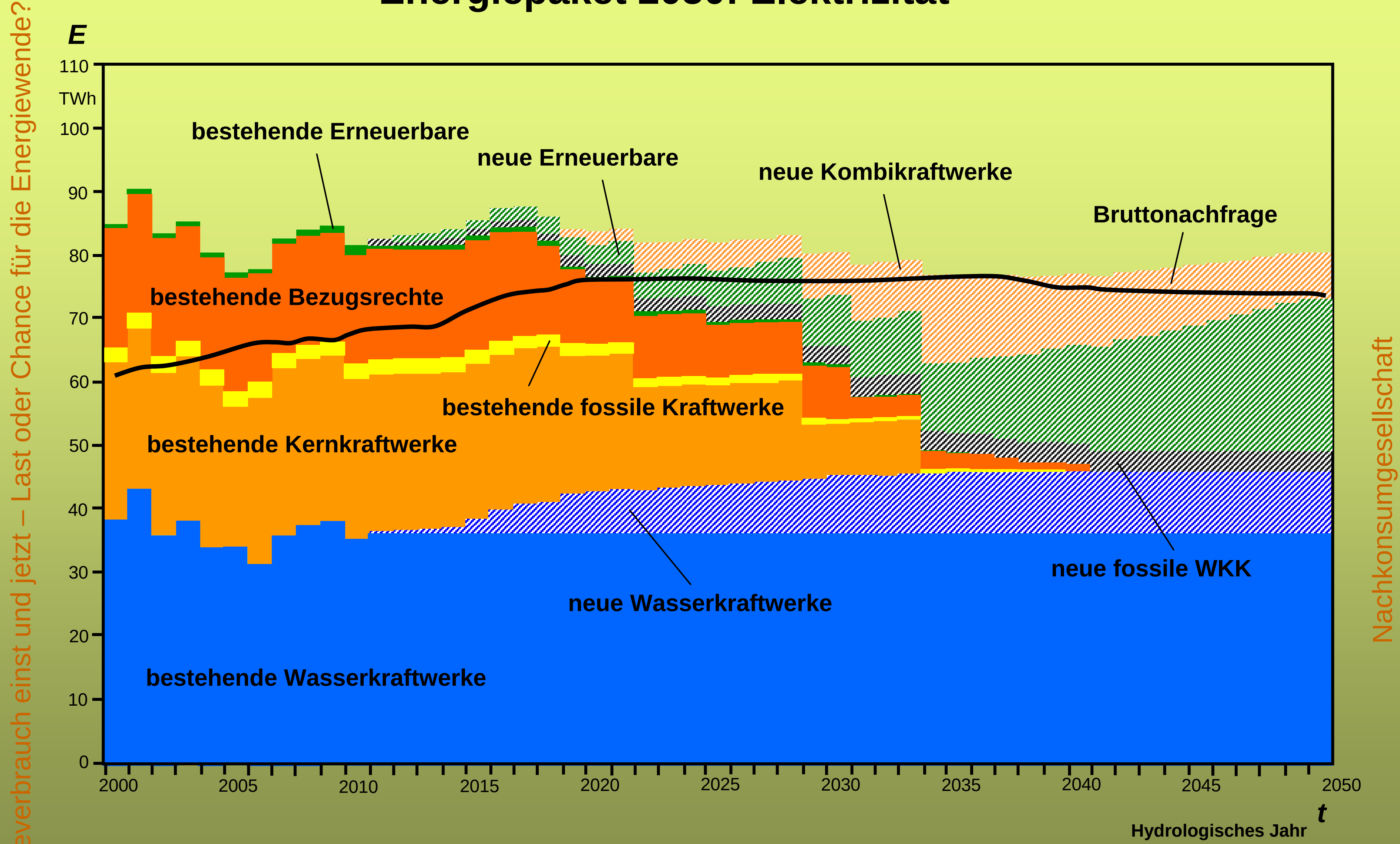
[3] Der Kanton verfolgt dabei das langfristige Ziel einer 2000-Watt-Gesellschaft.

Ziele und Grundlagen des Energiepakets 2050

Szenario "Neue Energiepolitik” des Bundes:

- Der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz soll gegenüber der Trendentwicklung bis 2050 um 70 TWh sinken.
- Schrittweiser Abbau der Stromproduktion aus Kernenergie.
- Ersatz Stromabbau durch die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien.
- Der Bau von WKK-Anlagen und GuD-Kombikraftwerken garantiert die Versorgungssicherheit in den Wintermonaten.
- An den bestehenden Klimazielen ist festzuhalten (z.B. CO_2 –Zertifikate).
- Effizienz: Um den Energiebedarf decken zu können, muss der Verbrauch reduziert werden.
  Der Schwerpunkt der Reduktion liegt bei Anreizen im Gebäudebereich und der Industrie.
- Finanzierung durch Erhöhung der heutigen Förderinstrumente CO_2-Abgabe und KEV (Kostendeckende Einspeisevergütung) oder
  Pauschale (30% Anlagekosten).

Energiepaket 2050: Elektrizität



Energieverbrauch einst und jetzt – Last oder Chance für die Energiewende?

Nachkonsumgesellschaft

Grafik 1: Zusammensetzung des Elektrizitätsangebots (reine Inlandproduktion) bis 2020, 2035, 2050 auf der Basis der vorliegenden Massnahmenpaketes des UVEK (Quelle: Prognos)
BFE. Fragen und Antworten zum Energiepaket 2050, Faktenblatt 2, 18.4.2012

Massnahmenpaket UVEK: Endenergieverbrauch, Energiemix

Grafik 2: Zusammensetzung des Endenergieverbrauchs (ohne Treibstoffe des internationalen Flugverkehrs) auf der Basis des vorliegenden Massnahmenpakets des UVEK (Quelle: Prognos AG 2012) BFE.



Primärenergiebedarf verschiedener Heizsysteme



(gerundete %-Werte)

Beispiele für Effizienzsteigerung und Recycling

Verbesserter Prozess		
Stahl aus Eisenerz, Hochofenprozess; Primärenergie	15 MJ/kg	4 kWh/kg
Stahl aus Stahlschrott, Elektrolichtbogenofen; Primärenergie	7 MJ/kg	2 kWh/kg
Verbessertes Gerät		
Kühlschrank, Altgerät; Elektrizität	1332 MJ/a	370 kWh/a
Kühlschrank, durchschnittliches Neugerät; Elektrizität	756 MJ/a	210 kWh/a
Kühlschrank, neues Bestgerät; Elektrizität	324 MJ/a	90 kWh/a
Verbesserter Standard		
Häuser, bestehend; Endenergie	148 GJ/a	41´000 kWh/a
Passivhaus; Endenergie	16 GJ/a	4´300 kWh/a
Passivhaus, hocheffizient; Endenergie	9 GJ/a	2´500 kWh/a
Recycling		
Papier aus Primärfasern; Primärenergie	47 MJ/kg	13 kWh/kg
Recyclingpapier aus Sekundärfasern; Primärenergie	23 MJ/kg	7 kWh/kg
Primäraluminium; Primärenergie	48 MJ/kg	16 kWh/kg
Sekundäraluminium, Umschmelzen aus Schrott; Primärenergie	46 MJ/kg	1 kWh/kg

Strom der Elektrolyse: Welt-Durchschnitt. Für massgebliche Primärenergie den Wirkungsgrad der Stromerzeugung berücksichtigen.
Wasserkraftwerke (90%) 15,0 kWh/0,90 = 16,7 kWh;
Erdgas-, Öl-, Kohle-, Kernkraftwerk (33%): 15,0 kWh/0,33 = 45,5 kWh.

[INFALUM; Rebhan E., Energiehandbuch]

Energieverbrauch einst und jetzt - Last oder Chance für die Energiewende?

Last
• Enorme Grösse des aktuellen Energieverbrauchs. • Bevölkerungswachstum, national, global. • Abhängigkeit des Wohlstands vom Energieverbrauch. • Der ökonomische Zwang zum Wachstum. • Ansprüche der Bürger an den Wohlfahrtstaat. • Gesellschaftliche Trägheit gegen strukturelle Änderungen, Verhaltensänderungen. • Erwartung: Technische Lösungen allein lösen die Probleme. • Wegwerfgesellschaft. • Konkurrierende Interessen. • Geringe Kenntnisse der Energie-Thematik. • Hohe Wahrscheinlichkeit: Energiewende wird teuer. Frage: Ist das Verordnete ökonomisch sinnvoll? • Rebound-Effekt: Effizienz führt zu steigendem Energieverbrauch.



Energieverbrauch einst und jetzt - Last oder Chance für die Energiewende?

Chance
• Super-GAU von Fukushima.
• Schrittweiser Ausstieg aus der Kernenergie.
• Mehrheitlicher politischer Wille zur Energiewende.
• Gestiegenes Bewusstsein für Fragen der Energie und der Ökologie.
• Verminderung der Gefahren des Klimawandels.
• Hoher Stand von Wissenschaft und Technik, Forschung.
• Potenzial für technische Fortschritte und Effizienzsteigerungen.
• Anwendungsreife Techniken, Anlagen, Geräte; Solarzellen, Solarthermie, LED, Heizung, Isolation, Windanlagen, …
• Erfolgserwartung: Geothermie.
• Aussicht auf verringerte Abhängigkeit von Energieimporten.
• Schonung fossiler Energieträger.
• Beschäftigungspotenzial einer neuen Wachstumsbranche.



Pilatuswanderung

KKW Gösgen

KKW Leibstadt

Pilatuswanderung

- Ein Berggänger (Masse mit Ausrüstung 88 kg) steigt in 5 Stunden vom Bahnhof Hergiswil (445 müM) auf den Pilatus (Esel, 2120 müM).
- Die reine Aufstiegs-Arbeit bei der Höhedifferenz 1675 m ist W_H = 88 kg · 9,81 · 1679 m = 1,45·10^6 Ws; $\boldsymbol{W_H}$ **= 0,40 kWh**.
- Seine mittlere Aufstiegs-Leistung beträgt $\boldsymbol{P_m}$ **= 80 W**.
- Proviant-Verzehr des Berggängers:

50 g Schokolade:	1110 kJ =	0,31 kWh =	263 kcal
1 Landjäger (50 g):	775 kJ =	0,22 kWh =	185 kcal
2 Scheiben Brot (100 g):	840 kJ =	0,23 kWh =	200 kcal
1 Banane (100 g):	400 kJ =	0,11 kWh =	96 kcal
1 l gesüsstes Getränk:	1600 kJ =	0,44 kWh =	383 kcal
Total:	4725 kJ ≅	1,3 kWh ≅	1´130 kcal

Wo liegt der Nutzen dieses Energieverbrauchs?



Dies Haus ist mein,
und doch nicht mein,
der nach mir kommt,
wird's auch nur leih'n!

[Hausspruch aus dem Zeitalter der Agrargesellschaft]

Links, Literatur (Auswahl)

www.energieschweiz.ch
www.umwelt-luzern.ch/index/themen/energie.htm
www.energieberatungluzern.ch
www.energie-experten.ch
www.erdoel-vereinigung.ch
www.bfe.admin.ch , Bundesamt für Energie
http://de.wikipedia.org/wiki/ , diverse Themen

Rebhan E. (Hrsg.), Energiehandbuch; VDI, Springer, 2002

Quaschning V.: Regenerative Energiesysteme; Hanser, 8. Aufl.
Quaschning V.: Erneuerbare Energie und Klimaschutz; Hanser, 2. Aufl.

Ruh H., Gröbly Th.: Die Zukunft ist ethisch- oder gar nicht. Wege zu einer gelingenden Gesellschaft; waldgut.

Laughlin Robert B.: Der letzte macht das Licht aus, Die Zukunft der Energie; Pieper

IPCC: Klimaänderung 2007, Synthesebericht

Th. Schabbach, V. Wesselak: Energie, Die Zukunft wird erneuerbar; Springer 2012

Energieverbrauch einst und jetzt – Last oder Chance für die Energiewende?

Über Jahrtausende nutzte der Mensch die unerschöpflichen Energiequellen Sonne, Feuer, Holz, Wind und Wasser.

Erst nach der Erfindung der Dampfmaschine begann er die Brennstoffvorräte der Erde Kohle, Erdöl, Erdgas auszubeuten.

Gegen Ende des letzten Jahrhunderts baute er die ersten Wasserkraftwerke, und vor einigen Jahrzehnten machte er sich die Kernspaltung zur Stromerzeugung nutzbar.

Durch die gewaltige Steigerung des Energieverbrauchs wurde die Umwelt zunehmend belastet, und für die beschränkten Energievorräte Öl, Gas, Kohle und Kernbrennstoffe ist eine Erschöpfung absehbar.

Nach der Katastrophe von Fukushima wurde in kürzester Zeit in der Schweiz der Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen.

In der ambitiösen Energiestrategie 2050 des Bundes, welche sehr kontrovers beurteilt wird, sollen etwa erneuerbare Energien Stromlücken schliessen, Förderprogramme die Energiewende steuern und der Energieverbrauch sinken.

Mit der Energiewende besteht die Gefahr, dass verstärkt Kohle und Erdgas verwendet und damit das CO_2-Problem weiter verschärft wird.

Hohes Verantwortungsbewusstsein und gewaltige Anstrengungen der Exponenten sind bei der Gestaltung der Energiewende nötig.

Wir alle nutzen Energie in hohem Masse und sind von der Wende betroffen. Informationen, Kenntnisse und eine gute Sicht der Zusammenhänge sind wichtig für eine solide Urteilsbildung und Mitsprache. Dazu will der Vortrag einen kleinen Beitrag leisten.

Zum Dozenten:

Prof. Dr. Hans P. Elmiger studierte Mathematik und Experimentalphysik an der Universität Freiburg i. Ue. und promovierte mit einer Arbeit zur Plasmaphysik. Er unterrichtete während 30 Jahren Physik an der Hochschule Luzern, Technik & Architektur.